

With



HÜLFSBUCH

bei dem

Bau öffentlicher Arbeiten und Maschinen

von

EMIL WITH.

Aus dem Französischen.

Mit Holzschnitten.

Autorisirte Ausgabe.

MANNHEIM.
Verlagsbuchhandlung von Friedrich Bassermann.

1859.

Vorwort.

Vorliegendes Werk ist den öffentlichen Arbeiten und Maschinen gewidmet, deren allgemeinste Anwendung heutzutage bei den Eisenbahnen stattfindet, welche alle Zweige der Baukunst in Anspruch nehmen. Es ist deshalb auch vorzugsweise für Ingenieure, Bauführer und alle mit Ausführung derartiger Arbeiten beschäftigte Personen bestimmt.

Dasselbe zerfällt in zwei verschiedene Theile; der erste bezieht sich auf die Vergangenheit, der zweite auf die Zukunft. Der erste Theil, welcher die Resultate angibt, enthält Tabellen und Angaben aus den Naturwissenschaften und der Mathematik, in ihrer Anwendung auf den Widerstand der Materialien, die Hydraulik und die Dampfmaschinen. Dieser Abschnitt, welcher alle Zahlen enthält, deren ein Baumeister benöthigt sein kann, ist methodisch geordnet, und wird in dieser Beziehung nützliche Dienste leisten; was aber hauptsächlich der Aufmerksamkeit der Leser empfohlen wird, ist die Zusammenstellung der Grundsätze, welche zu diesen Formeln geführt haben in der Form von Sätzen. Es ist daher zu gleicher Zeit ein theoretisches und praktisches Werk; theoretisch für diejenigen, welche in kurz gefasstem Auszug eine Zusammenstellung aller

Kenntnisse zu haben wünschen, die von dem Ingenieur verlangt werden, um einen Leitfaden für ihre Studien zu besitzen; praktisch für die Erbauer, welche für den Augenblick nur die erhaltenen Resultate suchen. Der Verfasser hat diese doppelte Aufgabe zu lösen versucht.

Der zweite Theil enthält zahlreiche Notizen, welche für neue Erfindungen und industrielle Vervollkommnungen bestimmt sind. Der Verfasser hat die Absicht, Supplemente erscheinen zu lassen, in welchen die Bestrebungen erfinderischer Köpfe, die auf diese Weise eine Spur ihrer Arbeiten zurücklassen, aufgezeichnet werden.

Der Zweck dieses Theils des Werkes ist der, die Aufmerksamkeit des Publikums auf die Fortschritte zu lenken, welche im Gebiete der Technologie zu machen sind, und den Weg anzuzeigen, den man einzuschlagen hat, um zu einem praktischen Ziel zu gelangen.

Die Zukunft wird lehren, ob die Bestrebungen des Verfassers mit Erfolg gekrönt wurden; nach den Sympathien zu urtheilen, welche die früheren Arbeiten desselben im Publikum gefunden haben, hofft man auch für dieses neue Buch auf eine günstige Aufnahme bei den Leuten vom Fach, welche sich mit der Vervollkommnung der öffentlichen Arbeiten befassen.

Inhalts-Verzeichniss.

Capitel I. — Mathematik.

Arithmetische Angaben.

Geometrische Angaben.

Trigonometrische Angaben.

Capitel II. — Physik.

Grundsätze.

Seite

Spezifisches Gewicht oder Dichtigkeit der Körper.

Messen der Hitzgrade.

Wärme-Erzeugung.

Dampf-Erzeugung.

Physische Beschaffenheit der Bausteine.

Physische Beschaffenheit des Bauholzes.

Seite

Capitel III. — Chemie.

Grundsätze.

Verbindungen des Sauerstoffs.

Wasser.

Kohlenstoff.

Brennstoffe.

Salze und Erden.

Mörtel-Arten.

Allgemeine Eigenschaften der Metalle.

Guss-Eisen.

Schmiede-Eisen.

Stahl.

Seite

Hülfsmetalle bei den Bau-Constructionen.

Capitel IV. — Mechanik.

Grundsätze.

Einfache Maschinen.

Mechanische Arbeit.

Reibung.

Capitel V. — Widerstand der Materialien.

Grundsätze.

Zerreissen.

Zerdrücken.

Seite

Biegung.

Drehung.

Stabilität der Bauwerke.

Capitel VI. — Hydraulik.

Eintheilung der Hydraulik.

Gleichgewicht der Flüssigkeiten.

Seite

Messen der Geschwindigkeit des Wassers.

Wasserverbrauch oder Ausflussmenge.

Wasserheb-Maschinen.

Wasser-Räder.

Wasser-Leitungen.

Capitel IX. — Untersuchungen und Besprechungen der auf dem Gebiete der Technologie gemachten und noch zu machenden Erfindungen.

Sach-Register.

Nach alphabetischer Ordnung.

(Capitel I bis VII).

Capitel I.

Mathematik.

Arithmetische Angaben.

Satz I. — Tafel der natürlichen Zahlen von 1 bis 1000, ihrer Quadrate, Kuben, Quadrat- und Kubik-Wurzeln, und des Umfangs und Flächeninhalts der Kreise, deren Durchmesser diese Zahlen sind.

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
1	1	1	3,14	0,7854	1,000	1,000
2	4	8	6,28	3,1416	1,414	1,260
3	9	27	9,42	7,07	1,732	1,442
4	16	64	12,57	12,57	2,000	1,588
5	25	125	15,71	19,63	2,236	1,710
6	36	216	16,85	28,27	2,449	1,818
7	49	343	21,99	38,48	2,645	1,912
8	64	512	25,13	50,26	2,828	2,000
9	81	729	28,27	63,61	3,000	2,080
10	100	1000	31,41	78,54	3,162	2,154
11	121	1331	34,55	95,03	3,316	2,223

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
12	144	1728	37,70	113,09	3,464	2,290
13	169	2197	40,84	132,73	3,606	2,351
14	196	2744	43,98	153,94	3,742	2,410
15	225	3375	47,12	176,71	3,873	2,466
16	256	4096	50,26	201,06	4,000	2,520
17	289	4913	53,40	226,98	4,123	2,571
18	324	5832	56,55	254,47	4,243	2,621
19	361	6859	59,69	283,53	4,360	2,668
20	400	8000	62,83	314,16	4,472	2,714
21	441	9261	65,97	346,36	4,583	2,759
22	484	10648	69,11	380,13	4,690	2,802
23	529	12167	72,25	415,47	4,796	2,844
24	576	13824	75,40	452,39	4,900	2,884
25	625	15625	78,54	490,87	5,000	2,924
26	676	17576	81,68	530,93	5,100	2,962
27	729	19683	84,82	572,55	5,196	3,000
28	784	21952	87,96	615,75	5,292	3,037
29	841	24389	91,10	660,52	5,385	3,072
30	900	27000	94,25	706,86	5,477	3,107
31	961	29791	97,39	754,77	5,567	3,141
32	1024	32768	100,53	804,25	5,657	3,175
33	1089	35937	103,67	855,30	5,745	3,207
34	1156	39304	106,81	907,92	5,831	3,240
35	1225	42875	109,95	962,11	5,916	3,271
36	1296	46656	113,09	1017,87	6,000	3,302
37	1369	50653	116,24	1075,21	6,083	3,332
38	1444	54872	119,38	1134,11	6,164	3,362
39	1521	59319	122,52	1194,59	6,245	3,391
40	1600	64000	125,66	1256,64	6,325	3,420
41	1681	68921	128,80	1320,25	6,403	3,448
42	1764	74088	131,94	1385,54	6,481	3,476
43	1849	79507	135,09	1452,20	6,557	3,503
44	1936	85184	138,23	1520,53	6,633	3,530
45	2025	91125	141,37	1590,43	6,708	3,567
46	2116	97336	144,51	1661,90	6,782	3,583
47	2209	103823	147,65	1734,95	6,856	3,609
48	2304	110592	150,79	1809,56	6,928	3,634
49	2401	117649	153,93	1885,74	7,000	3,659
50	2500	125000	157,08	1963,50	7,071	3,684
51	2601	132651	160,22	2042,82	7,141	3,708
52	2704	140608	163,36	2123,72	7,211	3,733
53	2809	148877	166,50	2206,19	7,280	3,756
54	2916	157464	169,64	2290,22	7,348	3,780
55	3025	166375	172,78	2375,83	7,420	3,803

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
56	3136	175616	175,93	2463,01	7,483	3,825
57	3249	185193	179,07	2551,76	7,550	3,850
58	3364	195112	182,21	2642,08	7,616	3,870
59	3481	205379	185,35	2733,97	7,681	3,893
60	3600	216000	188,49	2827,44	7,746	3,915
61	3721	226981	191,63	2922,47	7,810	3,937
62	3844	238328	194,77	3019,07	7,874	3,958
63	3969	250047	197,92	3117,25	7,940	3,980
64	4096	262144	201,06	3216,99	8,000	4,000
65	4225	274625	204,20	3318,31	8,062	4,021
66	4356	287496	207,34	3421,20	8,124	4,041
67	4489	300763	210,48	3525,66	8,185	4,062
68	4624	314432	213,63	3631,69	8,248	4,082
69	4761	328509	216,77	3739,29	8,307	4,102
70	4900	343000	219,91	3848,26	8,366	4,121
71	5041	357911	223,05	3959,20	8,426	4,141
72	5184	373248	226,19	4071,51	8,485	4,160
73	5329	389017	229,33	4185,39	8,544	4,180
74	5476	405224	232,47	4300,85	8,602	4,200
75	5625	421875	235,62	4417,87	8,660	4,217
76	5776	438976	238,76	4536,47	8,718	4,236
77	5929	456533	241,90	4656,63	8,775	4,254
78	6084	474552	245,04	4778,37	8,832	4,273
79	6241	493039	248,18	4901,68	8,888	4,291
80	6400	512000	251,32	5026,56	8,944	4,310
81	6561	531441	254,47	5153,01	9,000	4,327
82	6724	551368	257,61	5281,03	9,055	4,344
83	6889	571787	260,75	5410,62	9,110	4,362
84	7056	592704	263,89	5541,78	9,165	4,380
85	7225	614125	267,03	5674,50	9,220	4,397
86	7396	636056	270,17	5808,81	9,274	4,414
87	7569	658503	273,32	5944,69	9,327	4,431
88	7744	681472	276,46	6082,13	9,380	4,447
89	7921	704969	279,60	6221,13	9,433	4,461
90	8100	729000	282,74	6361,74	9,487	4,481
91	8281	753571	285,88	6503,89	9,540	4,500
92	8464	778688	289,02	6647,62	9,592	4,514
93	8649	804357	292,17	6792,92	9,643	4,530
94	8836	830584	295,31	6939,78	9,695	4,546
95	9025	857375	298,45	7088,23	9,746	4,562
96	9216	884736	301,59	7238,24	9,797	4,578
97	9409	912673	304,73	7389,83	9,848	4,594
98	9604	941192	307,87	7542,98	9,899	4,610
99	9801	970299	311,02	7697,68	9,949	4,626

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
100	10000	1000000	314,16	7854,00	10,000	4,641
101	10201	1030301	317,30	8011,86	10,049	4,657
102	10404	1061208	320,44	8171,30	10,099	4,672
103	10609	1092727	323,58	8332,30	10,148	4,687
104	10816	1124864	326,72	8494,88	10,198	4,702
105	11025	1157625	329,86	8659,03	10,246	4,717
106	11236	1191016	333,00	8824,75	10,295	4,732
107	11449	1225043	336,15	8992,04	10,344	4,747
108	11664	1259712	339,29	9160,90	10,392	4,762
109	11881	1295029	342,43	9331,33	10,440	4,776
110	12100	1331000	345,57	9503,34	10,488	4,791
111	12321	1367631	348,71	9676,91	10,535	4,805
112	12544	1404928	351,85	9852,05	10,583	4,820
113	12769	1442897	355,01	10028,77	10,630	4,834
114	12996	1481544	358,14	10207,05	10,677	4,848
115	13225	1520875	361,28	10386,91	10,723	4,862
116	13456	1560896	364,42	10568,34	10,770	4,876
117	13689	1601613	367,56	10751,34	10,816	4,890
118	13924	1643032	370,70	10935,90	10,862	4,904
119	14161	1685159	373,85	11122,04	10,908	4,918
120	14400	1728000	376,99	11309,76	10,954	4,932
121	14641	1771561	380,13	11499,04	11,000	4,946
122	14884	1815848	383,27	11689,89	11,045	4,959
123	15129	1860867	386,41	11882,31	11,090	4,973
124	15376	1906624	389,55	12076,31	11,135	4,986
125	15625	1953125	392,70	12271,87	11,180	5,000
126	15876	2000376	395,84	12469,01	11,224	5,013
127	16129	2048383	398,98	12667,71	11,269	5,026
128	16384	2097152	402,12	12867,99	11,313	5,039
129	16641	2146689	405,26	13069,84	11,357	5,052
130	16900	2197000	408,41	13273,26	11,401	5,065
131	17161	2248091	411,54	13478,24	11,445	5,078
132	17424	2299968	414,69	13684,80	11,489	5,091
133	17689	2352637	417,83	13892,94	11,532	5,104
134	17956	2406104	420,97	14102,64	11,575	5,117
135	18225	2460375	424,11	14313,91	11,618	5,129
136	18496	2515456	427,25	14526,75	11,661	5,142
137	18769	2571353	430,39	14741,17	11,704	5,155
138	19044	2620872	433,54	14957,15	11,747	5,167
139	19321	2685619	436,68	15174,71	11,789	5,180
140	19600	2744000	439,82	15393,84	11,832	5,192
141	19881	2803221	442,96	15614,53	11,874	5,204
142	20164	2863288	446,10	15856,80	11,916	5,217
143	20449	2924207	449,24	16060,64	11,958	5,229

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
144	20736	2985984	452,39	16286,05	12,000	5,241
145	21025	3048625	455,53	16513,03	12,041	5,253
146	21316	3112136	458,67	16741,58	12,083	5,265
147	21609	3176523	461,81	16971,70	12,124	5,277
148	21904	3241792	464,95	17203,40	12,165	5,289
149	22201	3307949	468,09	17436,65	12,206	5,301
150	22500	3375000	471,24	17671,50	12,247	5,313
151	22801	3442951	474,38	17907,90	12,288	5,325
152	23104	3511808	477,52	18145,88	12,328	5,336
153	23409	3581577	480,66	18385,42	12,369	5,348
154	23716	3652264	483,80	18626,54	12,409	5,360
155	24025	3723875	486,94	18869,23	12,449	5,371
156	24336	3796416	490,08	19113,49	12,489	5,383
157	24649	3869893	493,23	19359,32	12,529	5,394
158	24964	3944312	496,37	19606,72	12,569	5,406
159	25281	4019679	499,51	19885,69	12,609	5,417
160	25600	4096000	502,65	20106,24	12,649	5,428
161	25921	4173281	505,79	20358,35	12,688	5,440
162	26244	4251528	508,93	20612,03	12,727	5,451
163	26569	4330747	512,08	20867,20	12,767	5,462
164	26896	4410944	515,22	21124,11	12,806	5,473
165	27225	4492125	518,36	21382,51	12,845	5,484
166	27556	4574296	521,50	21642,48	12,884	5,495
167	27889	4657463	524,64	21904,02	12,922	5,506
168	28224	4741632	527,78	22167,12	12,961	5,517
169	28561	4826809	530,93	22431,80	13,000	5,528
170	28900	4913000	534,07	22698,06	13,038	5,539
171	29241	5000211	537,31	22965,88	13,076	5,550
172	29584	5088448	540,35	23235,27	13,114	5,561
173	29929	5177717	543,49	23506,23	13,152	5,572
174	30276	5268024	546,64	23778,77	13,190	5,582
175	30625	5359375	549,78	24052,87	13,228	5,593
176	30976	5451776	552,92	24328,55	13,266	5,604
177	31329	5545233	556,06	24605,79	13,304	5,614
178	31684	5639752	559,20	24884,61	13,341	5,625
179	32041	5735339	562,34	25165,00	13,379	5,635
180	32400	5832000	565,48	25446,96	13,416	5,646
181	32761	5929741	568,62	25730,48	13,453	5,656
182	33124	6028568	571,77	26015,58	13,490	5,667
183	33489	6128487	574,91	26302,26	13,527	5,677
184	33856	6229504	578,05	26590,50	13,564	5,687
185	34225	6331625	581,19	26880,31	13,601	5,698
186	34596	6434856	584,33	27171,69	13,638	5,708
187	34969	6539203	587,47	27464,65	13,674	5,718

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
188	35344	6644672	590,62	27759,17	13,711	5,728
189	35721	6751269	593,76	28055,27	13,747	5,738
190	36100	6859000	596,90	28352,94	13,784	5,748
191	36481	6967871	600,04	28652,17	13,820	5,758
192	36864	7077888	603,18	28952,98	13,856	5,768
193	37249	7189057	606,32	29255,36	13,892	5,778
194	37636	7301384	609,47	29559,31	13,928	5,788
195	38025	7414875	612,61	29864,83	13,964	5,798
196	38416	7529536	615,75	30171,92	14,000	5,808
197	38809	7645373	618,89	30480,60	14,035	5,818
198	39204	7762392	622,03	30790,82	14,071	5,828
199	39601	7880599	625,17	31102,52	14,106	5,838
200	40000	8000000	628,32	31416,00	14,142	5,848
201	40401	8120601	631,46	31730,94	14,177	5,857
202	40804	8242408	634,60	32047,46	14,212	5,867
203	41209	8365427	637,74	32365,54	14,247	5,877
204	41616	8489664	640,88	32685,20	14,282	5,886
205	42025	8615125	644,02	33006,43	14,317	5,896
206	42436	8741816	647,16	33329,23	14,352	5,905
207	42849	8869743	650,31	33653,60	14,387	5,915
208	43264	8998912	653,45	33979,54	14,422	5,924
209	43681	9129329	656,59	34307,05	14,456	5,934
210	44100	9261000	659,73	34636,14	14,491	5,943
211	44521	9393931	662,87	34966,79	14,525	5,953
212	44944	9528128	666,01	35299,01	14,560	5,962
213	45369	9663597	669,16	35632,81	14,594	5,972
214	45796	9800344	672,30	35968,17	14,628	5,981
215	46225	9938375	675,44	36305,11	14,662	5,990
216	46656	10077696	678,58	36643,62	14,696	6,000
217	47089	10218313	681,72	36983,70	14,730	6,009
218	47524	10360232	684,86	37325,34	14,764	6,018
219	47961	10503459	688,01	37668,56	14,798	6,027
220	48400	10648000	691,15	38013,36	14,832	6,036
221	48841	10793861	694,29	38359,72	14,866	6,045
222	49284	10941048	697,43	38707,65	14,899	6,055
223	49729	11089567	700,57	39057,51	14,933	6,064
224	50176	11239424	703,71	39408,23	14,966	6,073
225	50625	11390625	706,86	39760,87	15,000	6,082
226	51076	11543176	710,00	40115,09	15,033	6,091
227	51529	11697083	713,14	40470,87	15,066	6,100
228	51984	11852352	716,28	40828,23	15,099	6,109
229	52441	12008989	719,42	41187,16	15,132	6,118
230	52900	12167000	722,56	41547,66	15,165	6,126
231	53361	12326391	725,70	41909,72	15,198	6,135

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
232	53824	12487168	728,85	42273,36	15,231	6,144
233	54289	12649337	731,99	42638,58	15,264	6,153
234	54756	12812904	735,13	43005,36	15,297	6,162
235	55225	12977875	738,27	43373,71	15,329	6,171
236	55696	13144256	741,41	43743,63	15,362	6,179
237	56169	13312053	744,55	44115,11	15,394	6,188
238	56644	13481272	747,68	44488,19	15,427	6,197
239	57121	13651919	750,84	44862,83	15,459	6,205
240	57600	13824000	753,98	45239,04	15,491	6,214
241	58081	13997521	757,12	45616,81	15,524	6,223
242	58564	14172488	760,26	45996,16	15,556	6,231
243	59049	14348907	763,40	46377,08	15,588	6,240
244	59536	14526784	766,55	46759,57	15,620	6,248
245	60025	14706125	769,69	47143,63	15,652	6,257
246	60516	14886936	772,83	47529,26	15,684	6,265
247	61009	15069223	775,97	47916,46	15,716	6,274
248	61504	15252992	779,11	48305,24	15,748	6,282
249	62001	15438249	782,25	48695,58	15,779	6,291
250	62500	15625000	785,40	49087,50	15,811	6,299
251	63001	15813251	788,54	49480,98	15,842	6,307
252	63504	16003008	791,66	49876,04	15,874	6,316
253	64009	16194277	794,80	50272,66	15,905	6,324
254	64516	16387064	797,96	50670,86	15,937	6,333
255	65025	16581375	801,10	51070,63	15,968	6,341
256	65536	16777216	804,24	51471,96	16,000	6,349
257	66049	16974593	807,39	51874,88	16,031	6,357
258	66564	17173512	810,53	52279,36	16,062	6,366
259	67081	17373979	813,67	52685,41	16,093	6,374
260	67600	17576000	816,81	53093,04	16,124	6,382
261	68121	17779581	819,97	53502,23	16,155	6,390
262	68644	17984728	823,09	53912,99	16,186	6,398
263	69169	18191447	826,24	54325,33	16,217	6,406
264	69696	18399744	829,38	54739,23	16,248	6,415
265	70225	18609625	832,52	55154,71	16,278	6,423
266	70756	18821096	835,66	55571,76	16,309	6,431
267	71289	19034163	838,80	55990,38	16,340	6,439
268	71824	19248832	841,94	56410,56	16,370	6,447
269	72361	19465109	845,09	56832,32	16,401	6,455
270	72900	19683000	848,23	57255,66	16,431	6,463
271	73441	19902511	851,37	57680,56	16,462	6,471
272	73984	20123648	854,51	58107,03	16,492	6,479
273	74529	20346417	857,65	58535,07	16,522	6,487
274	75076	20570824	860,79	58964,69	16,552	6,495
275	75625	20796875	863,94	59395,87	16,583	6,502

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
276	76176	21024576	867,08	59828,63	16,613	6,510
277	76729	21253933	870,22	60262,95	16,643	6,518
278	77284	21484952	873,36	60698,85	16,673	6,526
279	77841	21717639	876,50	61136,32	16,703	6,534
280	78400	21952000	879,64	61575,36	16,733	6,542
281	78961	22188041	882,78	62015,96	16,763	6,549
282	79524	22425768	885,93	62458,14	16,792	6,557
283	80089	22665187	889,07	62901,90	16,822	6,565
284	80656	22906304	892,21	63347,22	16,852	6,573
285	81225	23149125	895,35	63794,11	16,881	6,580
286	81796	23393656	898,49	64242,57	16,911	6,588
287	82369	23639903	901,63	64692,61	16,941	6,596
288	82944	23787872	904,78	65144,21	16,970	6,603
289	83521	24137569	907,92	65597,39	17,000	6,611
290	84100	24389000	911,06	66052,14	17,029	6,619
291	84681	24642171	914,20	66508,45	17,059	6,627
292	85264	24897088	917,34	66966,34	17,088	6,634
293	85849	25153757	920,48	67425,80	17,117	6,642
294	86436	25412184	923,63	67886,63	17,146	6,649
295	87025	25672375	926,77	68349,43	17,176	6,657
296	87616	25934336	929,91	68813,60	17,205	6,664
297	88209	26198073	933,05	69279,34	17,234	6,672
298	88804	26463592	936,19	69746,66	17,263	6,679
299	89401	26730899	939,33	70215,54	17,292	6,687
300	90000	27000000	942,48	70686,00	17,320	6,694
301	90601	27270901	945,62	71158,02	17,349	6,702
302	91204	27543608	948,76	71631,62	17,378	6,709
303	91809	27818127	951,90	72106,78	17,407	6,717
304	92416	28094464	955,04	72583,52	17,436	6,724
305	93025	28372625	958,18	73061,83	17,464	6,731
306	93636	28652616	961,32	73541,71	17,493	6,739
307	94249	28934443	964,47	74023,16	17,521	6,746
308	94864	29218112	967,61	74506,18	17,549	6,753
309	95481	29503629	970,75	74990,77	17,578	6,761
310	96100	29791000	973,89	75476,94	17,607	6,768
311	96721	30080231	977,03	75964,67	17,635	6,775
312	97344	30371328	980,17	76453,93	17,663	6,782
313	97969	30664297	983,32	76944,85	17,692	6,789
314	98596	30959144	986,45	77437,29	17,720	6,797
315	99225	31255875	989,60	77931,31	17,748	6,804
316	99856	31554496	992,74	78426,89	17,776	6,811
317	100489	31855013	995,88	78924,06	17,804	6,818
318	101124	32157432	999,02	79422,78	17,832	6,826
319	101761	32461759	1002,17	79923,08	17,860	6,833

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
320	102400	32768000	1005,31	80424,96	17,888	6,839
321	103041	33076161	1008,45	80928,40	17,916	6,8[illegible]7
322	103684	33386248	1011,59	81433,41	17,944	6,8[illegible]4
323	104329	33698267	1014,73	81939,99	17,972	6,861
324	104976	34012224	1017,88	82448,15	18,000	6,868
325	105625	34328125	1021,16	82956,87	18,028	6,875
326	106276	34645976	1024,30	83469,17	18,055	6,882
327	106929	34965783	1027,44	83982,60	18,083	6,889
328	107584	35287552	1030,58	84496,47	18,111	6,896
329	108241	35611289	1033,72	85012,48	18,138	6,903
330	108900	35937000	1036,86	85530,06	18,166	6,910
331	109561	36264691	1039,88	86049,20	18,193	6,917
332	110224	36594368	1043,01	86569,92	18,221	6,924
333	110889	36926037	1046,15	87092,22	18,248	6,931
334	111556	37259704	1049,29	87616,08	18.276	6,938
335	112225	37595375	1052,43	88141,51	18,303	6,945
336	112896	37933056	1055,57	88668,51	18,330	6,952
337	113569	38272753	1058,71	89197,09	18,357	6,959
338	114244	38614472	1061,86	89727,23	18,385	6,966
339	114921	38958219	1065,20	90258,95	18,412	6,973
340	115600	39304000	1068,14	90792,24	18,439	6,979
341	116281	39651821	1071,28	91327,09	18,466	6,986
342	116964	40001688	1074,27	91863,52	18,493	6,993
343	117649	40353607	1077,56	92401,15	18,520	7,000
344	118336	40707584	1080,71	92941,09	18,547	7,007
345	119025	41063625	1083,85	93482,23	18,574	7,014
346	119716	41421736	1086,99	94024,94	18,601	7,020
347	120409	41781923	1090,13	94569,22	18,628	7,027
348	121104	42144192	1093,27	95115,08	18.655	7,034
349	121801	42508549	1096,41	95662,50	18,681	7,040
350	122500	42875000	1099,56	96211,50	18,708	7,047
351	123201	43243551	1102,70	96762,06	18,735	7,054
352	123904	43614208	1105,84	97314,20	18.762	7,061
353	124609	43986977	1108,98	97867,90	18,788	7,067
354	125316	44361864	1112,62	98423,18	18,815	7,074
355	126025	44738875	1115,26	98980,03	18,842	7,081
356	126736	45118016	1118,40	99538,45	18,868	7,087
357	127449	45499293	1121,55	100098,43	18,894	7,094
358	128164	45882712	1124,69	100660.00	18,921	7,101
359	128881	46268279	1127,83	101223,13	18.947	7,107
360	129600	46656000	1130,97	101787,84	18,974	7,114
361	130321	47045881	1134,11	102354,11	19,000	7,120
362	131044	47437928	1137,25	102921,95	19,026	7,126
363	131769	47832147	1140,40	103491,31	19,052	7,133

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
364	132496	48228544	1143,54	104062,35	19,079	7,140
365	133225	48627125	1146,68	104634,91	19,105	7,146
366	133956	49027896	1149,82	105209,04	19,131	7,153
367	134689	49430863	1152,96	105784,74	19,157	7,159
368	135424	49836032	1156,10	106362,00	19,183	7,166
369	136161	50243409	1159,25	106940,84	19,209	7,172
370	136900	50653000	1162,39	107521,26	19,235	7,179
371	137641	51064811	1165,53	108103,22	19,261	7,185
372	138384	51478848	1168,67	108686,79	19,287	7,192
373	139129	51895117	1171,81	109271,91	19,313	7,198
374	139876	52313624	1174,95	109858,62	19,339	7,205
375	140625	52734375	1178,10	110446,87	19,365	7,211
376	141376	53157376	1181,24	111036,71	19,391	7,218
377	142129	53582633	1184,38	111628,11	19,416	7,224
378	142884	54010152	1187,52	112221,09	19,442	7,230
379	143641	54439939	1190,66	112815,64	19,468	7,237
380	144400	54872000	1193,80	113411,76	19,493	7,243
381	145161	55306341	1196,94	114009,46	19,519	7,249
382	145924	55742968	1200,09	114608,70	19,545	7,256
383	146689	56181887	1203,23	115209,54	19,570	7,262
384	147456	56623104	1206,37	115811,94	19,596	7,268
385	148225	57066625	1209,51	116415,91	19,621	7,275
386	148996	57512456	1212,65	117021,45	19,647	7,281
387	149769	57960603	1215,79	117628,57	19,672	7,287
388	150544	58411072	1218,94	118237,25	19,698	7,294
389	151321	58863869	1222,08	118846,51	19,723	7,299
390	152100	59319000	1225,22	119459,62	19,748	7,306
391	152881	59776471	1228,36	120072,73	19,774	7,312
392	153664	60236288	1231,50	120687,70	19,799	7,319
393	154449	60698457	1234,64	121304,24	19,824	7,325
394	155236	61162984	1237,79	121922,43	19,849	7,331
395	156025	61629875	1240,93	122542,03	19,875	7,337
396	156816	62099136	1244,07	123163,28	19,899	7,343
397	157609	62570773	1247,21	123786,10	19,925	7,349
398	158404	63044792	1250,35	124411,28	19,949	7,356
399	159201	63521199	1253,49	125036,46	19,975	7,362
400	160000	64000000	1256,64	125664,00	20,000	7,368
401	160801	64481201	1259,78	126293,10	20,025	7,374
402	161604	64964808	1262,92	126923,88	20,049	7,380
403	162409	65450827	1266,06	127556,02	20,075	7,386
404	163216	65939264	1269,20	128189,84	20,099	7,392
405	164025	66430125	1272,34	128825,23	20,125	7,399
406	164836	66923416	1275,48	129462,19	20,149	7,405
407	165649	67419143	1278,63	130100,71	20,174	7,411

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
408	166464	67917312	1281,77	130740,82	20,199	7,417
409	167281	68417929	1284,91	131382,49	20,224	7,422
410	168100	68921000	1288,05	132025,74	20,248	7,429
411	168921	69426531	1291,19	132670,55	20,273	7,434
412	169744	69934528	1294,34	133316,93	20,298	7,441
413	170569	70444997	1297,48	133964,89	20,322	7,447
414	171396	70957944	1300,62	134614,41	20,347	7,453
415	172225	71473375	1303,76	135265,51	20,371	7,459
416	173056	71991296	1306,90	135918,18	20,396	7,465
417	173889	72511713	1310,04	136572,42	20,421	7,471
418	174724	73034632	1313,18	137228,22	20,445	7,477
419	175561	73560059	1316,32	137885,69	20,469	7,483
420	176400	74088000	1319,47	138544,56	20,494	7,489
421	177241	74618461	1322,61	139205,08	20,518	7,495
422	178084	75151448	1325,75	139867,17	20,543	7,501
423	178929	75686967	1328,89	140530,83	20,567	7,507
424	179776	76225024	1332,03	141196,07	20,591	7,513
425	180625	76765625	1335,18	141862,87	20,615	7,518
426	181476	77308776	1338,32	142531,25	20,639	7,524
427	182329	77854483	1341,46	143201,19	20,664	7,530
428	183184	78402752	1344,60	143872,71	20,688	7,536
429	184041	78953589	1347,74	144545,80	20,712	7,542
430	184900	79507000	1350,88	145220,46	20,736	7,548
431	185761	80062991	1354,02	145696,68	20,760	7,554
432	186624	80621568	1357,17	146574,48	20,785	7,559
433	187489	81182737	1360,33	147253,85	20,809	7,565
434	188356	81746504	1363,45	147934,80	20,833	7,571
435	189225	82312875	1366,59	148617,31	20,857	7,577
436	190096	82881856	1369,73	149301,39	20,881	7,583
437	190969	83453453	1372,87	149987,05	20,904	7,588
438	191844	84027672	1376,02	150674,27	20,928	7,594
439	192721	84604519	1379,16	151362,87	20,952	7,600
440	193600	85184000	1382,30	152053,44	20,976	7,606
441	194481	85766121	1385,44	152745,37	21,000	7,612
442	195364	86350888	1388,58	153438,88	21,024	7,617
443	196249	86938307	1391,72	154133,96	21,047	7,623
444	197136	87528384	1394,87	154830,61	21,071	7,629
445	198025	88121125	1398,01	155528,83	21,095	7,635
446	198916	88716536	1401,15	156228,62	21,119	7,640
447	199809	89314623	1404,29	156929,98	21,142	7,646
448	200704	89915392	1407,43	157632,92	21,166	7,652
449	201601	90518849	1410,57	158337,42	21,189	7,657
450	202500	91125000	1413,72	159043,50	21,213	7,663
451	203401	91733851	1416,86	159751,14	21,237	7,669

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
452	204304	92345408	1420,00	160460,36	21,260	7,674
453	205209	92959677	1423,14	161171,14	21,284	7,680
454	206116	93576664	1426,28	161883,50	21,307	7,686
455	207025	94196375	1429,42	162597,43	21,331	7,691
456	207936	94818816	1432,56	163312,93	21,354	7,697
457	208849	95443993	1435,71	164030,20	21,377	7,703
458	209764	96071912	1438,85	164748,64	21,401	7,708
459	210681	96702579	1441,99	165468,85	21,424	7,714
460	211600	97336000	1445,13	166190,64	21,447	7,719
461	212521	97972181	1448,27	166913,99	21,471	7,725
462	213444	98611128	1451,41	167638,91	21,494	7,731
463	214369	99252847	1454,56	168365,41	21,517	7,736
464	215296	99897344	1457,70	169093,47	21,541	7,742
465	216225	100544625	1460,84	169823,11	21,564	7,747
466	217156	101194696	1463,98	170554,32	21,587	7,753
467	218089	101847563	1467,12	171287,10	21,610	7,758
468	219024	102503232	1470,26	172021,44	21,633	7,764
469	219961	103161709	1473,41	172757,36	21,656	7,769
470	220900	103823000	1476,55	173494,86	21,679	7,775
471	221841	104487111	1479,69	174233,92	21,702	7,780
472	222784	105154048	1482,83	174974,55	21,725	7,786
473	223729	105823817	1485,97	175716,75	21,749	7,791
474	224676	106496424	1489,11	176460,45	21,771	7,797
475	225625	107171875	1492,26	177205,87	21,794	7,802
476	226576	107850176	1495,36	177952,79	21,817	7,808
477	227529	108531333	1498,54	178701,27	21,840	7,813
478	228484	109215352	1501,68	179451,33	21,863	7,819
479	229441	109902239	1504,82	180202,96	21,886	7,824
480	230400	110592000	1507,96	180956,16	21,909	7,830
481	231361	111284641	1511,10	181710,92	21,932	7,835
482	232324	111980168	1514,25	182467,26	21,954	7,840
483	233289	112678587	1517,39	183225,18	21,977	7,846
484	234256	113379904	1520,53	183984,66	22,000	7,851
485	235225	114084125	1523,67	184745,71	22,023	7,857
486	236196	114791256	1526,81	185508,33	22,045	7,862
487	237169	115501303	1529,95	186272,53	22,069	7,868
488	238144	116214272	1533,10	187038,29	22,091	7,873
489	239121	116930169	1536,24	187805,63	22,113	7,878
490	240100	117649000	1539,38	188574,54	22,136	7,884
491	241081	118370771	1542,52	189345,01	22,158	7,889
492	242064	119095488	1545,66	190117,06	22,181	7,894
493	243049	119823157	1548,80	190890,68	22,204	7,899
494	244036	120553784	1551,95	191665,87	22,226	7,905
495	245025	121287375	1555,09	192442,63	22,248	7,910

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
496	246016	122023936	1558,23	193220,96	22,271	7,915
497	247009	122763473	1561,37	194000,86	22,293	7,921
498	248004	123505992	1564,51	194782,34	22,316	7,926
499	249001	124251499	1567,55	195565,38	22,338	7,932
500	250000	125000000	1570,80	196350,00	22,361	7,937
501	251001	125751501	1573,94	197136,18	22,383	7,942
502	252004	126506008	1577,08	197923,94	22,405	7,947
503	253009	127263527	1580,22	198713,26	22,428	7,953
504	254016	128024064	1583,36	199504,16	22,449	7,958
505	255025	128787625	1586,50	200296,63	22,472	7,963
506	256036	129554216	1589,64	201090,67	22,494	7,969
507	257049	130323843	1592,79	201886,28	22,517	7,974
508	258064	131096512	1595,93	202683,46	22,539	7,979
509	259081	131872229	1599,07	203481,70	22,561	7,984
510	260100	132651000	1602,21	204282,54	22,583	7,989
511	261121	133432831	1605,35	205084,43	22,605	7,995
512	262144	134217728	1608,49	205887,84	22,627	8,000
513	263169	135005697	1611,64	206692,93	22,649	8,005
514	264196	135796744	1614,78	207499,53	22,671	8,010
515	265225	136590875	1617,92	208307,71	22,694	8,016
516	266256	137388096	1621,06	209117,46	22,716	8,021
517	267289	138188413	1624,20	209928,78	22,738	8,026
518	268324	138991832	1627,34	210741,66	22,759	8,031
519	269361	139798359	1630,49	211556,12	22,782	8,036
520	270400	140608000	1633,63	212372,16	22,803	8,041
521	271441	141420761	1636,77	213189,76	22,825	8,047
522	272484	142236648	1639,93	214008,93	22,847	8,052
523	273529	143055667	1643,05	214829,67	22,869	8,057
524	274576	143877824	1646,19	215651,99	22,891	8,062
525	275625	144703125	1649,34	216475,87	22,913	8,067
526	276676	145531576	1652,48	217301,33	22,935	8,072
527	277729	146363183	1655,62	218128,35	22,956	8,077
528	278784	147197952	1658,76	218956,95	22,978	8,082
529	279841	148035889	1661,90	219787,12	23,000	8,087
530	280900	148877000	1665,04	220618,86	23,022	8,093
531	281961	149721291	1668,18	221452,16	23,043	8,098
532	283024	150568768	1671,33	222287,04	23,065	8,103
533	284089	151419437	1674,47	223123,50	23,087	8,108
534	285156	152273304	1677,61	223961,52	23,108	8,113
535	286225	153130375	1680,75	224801,11	23,130	8,118
536	287296	153990656	1683,84	225642,27	23,152	8,123
537	288369	154854153	1687,04	226484,01	23,173	8,128
538	289444	155720872	1690,18	227329,31	23,195	8,133
539	290521	156590819	1693,32	228175,19	23,216	8,138

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
540	291600	157464000	1696,46	229022,64	23,238	8,143
541	292681	158340421	1699,60	229871,65	23,259	8,148
542	293764	159220088	1702,74	230722,24	23,281	8,153
543	294849	160103007	1705,88	231574,40	23,302	8,158
544	295936	160989184	1709,03	232428,13	23,324	8,163
545	296025	161878625	1712,17	233283,43	23,345	8,168
546	298116	162771336	1715,31	234140,30	23,367	8,173
547	299209	163667323	1718,45	234998,74	23,388	8,178
548	300304	164566592	1721,59	235858,76	23,409	8,183
549	301401	165469149	1724,73	236720,34	23,431	8,188
550	302500	166375000	1727,88	237583,50	23,452	8,193
551	303601	167284151	1731,02	238448,22	23,473	8,198
552	304704	168196608	1734,16	239314,52	23,495	8,203
553	305809	169112377	1737,30	240182,83	23,516	8,208
554	306916	170031464	1740,44	241051,82	23,537	8,213
555	308025	170953875	1743,58	241922,38	23,558	8,218
556	309136	171879616	1746,72	242795,41	23,579	8,223
557	310249	172808693	1749,87	243669,56	23,601	8,228
558	311364	173741112	1753,01	244545,28	23,622	8,233
559	312481	174676879	1756,15	245422,57	23,643	8,238
560	313600	175616000	1759,29	246301,44	23,664	8,242
561	314721	176558481	1762,43	247181,87	23,685	8,247
562	315844	177504328	1765,57	248063,87	23,706	8,252
563	316969	178453547	1768,72	248947,45	23,728	8,257
564	318096	179406144	1771,86	249832,59	23,749	8,262
565	319225	180362125	1775,00	250719,31	23,769	8,267
566	320356	181321496	1778,14	251607,60	23,791	8,272
567	321489	182284263	1781,28	252497,36	23,812	8,277
568	322624	183250432	1784,42	253388,88	23,833	8,282
569	323761	184220009	1787,57	254281,88	23,854	8,286
570	324900	185193000	1790,71	255176,64	23,875	8,291
571	326041	186166411	1793,85	256072,60	23,896	8,296
572	327184	187149248	1796,99	256970,31	23,916	8,301
573	328329	188132517	1800,13	257869,59	23,937	8,306
574	329476	189119224	1803,27	258770,45	23,958	8,311
575	330625	190109375	1806,42	259672,87	23,979	8,315
576	331776	191102976	1809,56	260576,87	24,000	8,320
577	332929	192100033	1812,80	261482,43	24,021	8,325
578	334084	193100552	1815,84	262388,57	24,042	8,330
579	335241	194104539	1818,98	263298,28	24,062	8,335
580	336400	195112000	1822,12	264208,56	24,083	8,339
581	337561	196122941	1825,26	265120,46	24,104	8,344
582	338724	197137368	1828,41	266033,82	24,125	8,349
583	339889	198155287	1831,55	266948,82	24,145	8,354

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
584	341056	199176704	1834,69	267865,38	24,166	8,359
585	342225	200201625	1837,83	268783,57	24,187	8,363
586	343396	201230056	1840,97	269703,21	24,207	8,368
587	344569	202262003	1844,11	270624,49	24,228	8,373
588	345744	203297472	1847,26	271547,33	24,249	8,378
589	346921	204336469	1850,40	272471,75	24,269	8,382
590	348100	205379000	1853,54	273397,74	24,289	8,387
591	349281	206425071	1856,68	274325,29	24,310	8,392
592	350464	207474688	1859,82	275254,42	24,331	8,397
593	351649	208527857	1862,96	276185,12	24,351	8,401
594	352836	209584584	1866,11	277117,39	24,372	8,406
595	354025	210644875	1869,25	278051,23	24,393	8,411
596	355216	211708736	1872,39	278986,64	24,413	8,415
597	356409	212776173	1875,53	279923,62	24,433	8,420
598	357604	213847192	1878,67	280862,18	24,454	8,425
599	358801	214921799	1881,81	281802,30	24,474	8,429
600	360000	216000000	1884,96	282744,00	24,495	8,434
601	361201	217081801	1888,10	283687,26	24,515	8,439
602	362404	218167208	1891,24	284632,10	24,536	8,444
603	363609	219256227	1894,38	285578,50	24,556	8,448
604	364816	220348864	1897,52	286526,48	24,576	8,453
605	366025	221445125	1900,66	287476,03	24,597	8,458
606	367236	222545016	1903,80	288426,15	24,617	8,462
607	368449	223648543	1906,95	289379,84	24,637	8,467
608	369664	224755712	1910,09	290334,10	24,658	8,472
609	370881	225866529	1913,23	291289,93	24,678	8,476
610	372100	226981000	1916,37	292247,34	24,698	8,481
611	373321	228099131	1919,51	293206,31	24.718	8,485
612	374544	229220928	1922,65	294166,85	24,739	8,490
613	375769	230346397	1925,80	295128,97	24,759	8,495
614	376996	231475544	1928,94	296092,65	24,779	8,499
615	378225	232608375	1932,08	297057,91	24,799	8,504
616	379456	233744896	1935,22	298024,74	24,819	8,509
617	380689	234885113	1938,36	298993,14	24,839	8,513
618	381924	236029032	1941,50	299963,00	24,859	8,518
619	383161	237176659	1944,65	300934,64	24,879	8,522
620	384400	238328000	1947,79	301907,76	24,899	8,527
621	385641	239483061	1950,93	302882,44	24,919	8,532
622	386884	240641848	1954,07	303858,69	24,939	8,536
623	388129	241804367	1957,21	304836,51	24,959	8,541
624	389376	242970624	1960,35	305815,91	24,980	8,545
625	390625	244140625	1963,50	306796,87	25,000	8,549
626	391876	245314376	1966,64	307779,41	25,019	8,554
627	393129	246491883	1969,78	308763,41	25,040	8,559

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
628	394384	247673152	1972,22	309749,19	25,059	8,563
629	395641	248858189	1976,06	310736,44	25,079	8,568
630	396900	250047000	1979,20	311725,26	25,099	8,573
631	398161	251239591	1982,34	312715,64	25,119	8,577
632	399424	252435968	1985,49	313707,58	25,139	8,582
633	400689	253636137	1988,63	314701,14	25,159	8,586
634	401956	254840104	1991,77	315696,64	25,179	8,591
635	403225	256047875	1994,91	316692,91	25,199	8,595
636	404496	257259456	1998,05	317691,15	25,219	8,599
637	405769	258474853	2001,19	318690,97	25,239	8,604
638	407044	259694072	2004,34	319692,35	25,259	8,609
639	408321	260917119	2007,48	320695,31	25,278	8,613
640	409600	262144000	2010,62	321699,84	25,298	8,618
641	410881	263374721	2013,76	322705,93	25,318	8,622
642	412164	264609288	2016,90	323713,60	25,338	8,627
643	413449	265847707	2020,04	324722,84	25,357	8,631
644	414736	267089984	2023,19	325733,65	25,377	8,636
645	416025	268336125	2026,33	326746,03	25,397	8,640
646	417316	269586136	2029,47	327759,98	25,416	8,644
647	418609	270840023	2032,61	328775,50	25,436	8,649
648	419904	272097792	2035,76	329792,60	25,456	8,653
649	421201	273359449	2038,89	330811,26	25,475	8,658
650	422500	274625000	2042,04	331831,50	25,495	8,662
651	423801	275894451	2045,18	332853,40	25,515	8,667
652	425104	277167808	2048,32	333876,68	25,534	8,671
653	426409	278445077	2051,46	334901,62	25,554	8,676
654	427716	279726264	2054,60	335928,14	25,573	8,680
655	429025	281011375	2057,74	336956,23	25,593	8,684
656	430336	282300416	2060,88	337985,89	25,612	8,689
657	431649	283593393	2064,03	339017,12	25,632	8,693
658	432964	284890312	2067,17	340049,92	25,651	8,698
659	434281	286191179	2070,31	341084,29	25,671	8,702
660	435600	287496000	2073,45	342120,24	25,690	8,706
661	436921	288804781	2076,59	343157,75	25,710	8,711
662	438244	290117528	2079,73	344196,33	25,729	8,715
663	439569	291434247	2082,88	345237,49	25,749	8,719
664	440896	292754944	2086,02	346279,71	25,768	8,724
665	442225	294079625	2089,16	347323,51	25,787	8,728
666	443556	295408296	2092,30	348368,88	25,807	8,733
667	444889	296740963	2095,44	349416,40	25,826	8,737
668	446224	298077632	2098,58	350464,32	25,846	8,742
669	447561	298418309	2101,73	351514,30	25,865	8,746
670	448900	300763000	2104,87	352566,06	25,884	8,750
671	450241	302111711	2108,01	353619,28	25,904	8,753

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
672	451584	303464448	2111,15	354674,07	25,923	8,759
673	452929	304821217	2114,29	355730,43	25,942	8,763
674	454276	306182024	2117,43	356788,37	25,961	8,768
675	455625	307546875	2120,58	357847,87	25,981	8,772
676	456976	308915776	2123,72	358908,95	26,000	8,776
677	458329	310288733	2126,86	359971,59	26,019	8,781
678	459684	311665752	2130,00	361035,81	26,038	8,785
679	461401	313046839	2133,14	362101,60	26,058	8,789
680	462400	314432000	2136,28	363168,96	26,077	8,794
681	463761	315821241	2139,42	364237,88	26,096	8,798
682	465124	317214568	2142,57	365308,38	26,115	8,802
683	466489	318611987	2145,71	366380,40	26,134	8,807
684	467856	320013504	2148,85	367454,10	26,153	8,811
685	469225	321419125	2151,99	368529,31	26,172	8,815
686	470596	322828856	2155,13	369605,60	26,192	8,819
687	471969	324242703	2158,27	370684,45	26,211	8,824
688	473344	325660672	2161,42	371764,37	26,229	8,828
689	474721	327082769	2164,56	372845,87	26,249	8,832
690	476100	328509000	2167,70	373928,94	26,268	8,836
691	477481	329939371	2170,84	375013,57	26,287	8,841
692	478864	331373888	2173,98	376099,78	26,306	8,845
693	480249	332812557	2177,12	377187,56	26,325	8,849
694	481636	334255384	2180,27	378276,91	26,344	8,853
695	483025	335702375	2183,41	379367,83	26,363	8,858
696	484416	337153536	2186,55	380460,32	26,382	8,862
697	485809	338608873	2189,69	381554,38	26,401	8,866
698	487204	340068392	2192,83	382650,02	26,419	8,870
699	488601	341532099	2195,97	383747,22	26,439	8,875
700	490000	343000000	2199,12	384846,00	26,457	8,879
701	491401	344472101	2202,26	385945,92	26,476	8,883
702	492804	345948408	2205,40	387048,26	26,495	8,887
703	494209	347428927	2208,54	388151,74	26,514	8,892
704	495616	348913664	2211,68	389256,80	26,533	8,896
705	497025	350402625	2214,82	390363,43	26,552	8,900
706	498436	351895816	2217,96	391471,63	26,571	8,904
707	498849	353393243	2221,11	392581,40	26,589	8,908
708	501264	354894912	2224,25	393692,74	26,608	8,913
709	502681	356400829	2227,39	394805,65	26,627	8,917
710	504100	357911000	2230,53	395920,14	26,645	8,921
711	505521	359425431	2233,67	397036,19	26,664	8,925
712	506944	360944128	2236,81	398151,81	26,683	8,929
713	508369	362467097	2239,96	399273,01	26,702	8,934
714	509796	363994344	2243,10	400393,73	26,721	8,938
715	511225	365525875	2246,24	401516,11	26,739	8,942

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
716	512656	367061696	2249,38	402640,02	26,758	8,946
717	514089	368601813	2252,52	403765,50	26,777	8,950
718	515524	370146232	2255,66	404892,54	26,795	8,954
719	516961	371694959	2258,81	406021,16	26,814	8,959
720	518400	373248000	2261,95	407151,36	26,823	8,963
721	519841	374805361	2265,09	408283,32	26,851	8,967
722	521284	376367048	2268,23	409416,45	26,870	8,971
723	522729	377933067	2271,37	410551,25	26,889	8,975
724	524176	379503424	2274,51	411687,93	26,907	8,979
725	525625	381078125	2277,66	412825,87	26,926	8,983
726	527076	382657176	2280,80	413965,24	26,944	8,988
727	528529	384240583	2283,94	415106,06	26,963	8,992
728	529984	385828352	2287,08	416249,43	26,981	8,996
729	531441	387420489	2290,22	417393,76	27,000	9,000
730	532900	389017000	2293,36	418539,66	27,018	9,004
731	534361	390617891	2296,50	419687,12	27,037	9,008
732	535824	392223168	2299,65	420836,14	27,055	9,012
733	537289	393832837	2302,79	421986,78	27,074	9,016
734	538756	395446904	2305,93	423138,96	27,092	9,020
735	540225	397065375	2309,07	424292,71	27,111	9,023
736	541696	398688256	2312,21	425442,03	27,129	9,029
737	543169	400315553	2315,35	426604,93	27,148	9,033
738	544644	401947272	2318,50	427763,39	27,166	9,037
739	546121	403583419	2321,64	428923,43	27,184	9,041
740	547600	405224000	2324,78	430085,04	27,203	9,045
741	549081	406869021	2327,92	431248,21	27,221	9,049
742	550564	408518488	2331,06	432412,96	27,239	9,053
743	552049	410172407	2334,20	433579,28	27,258	9,057
744	553536	411830784	2337,35	434747,17	27,276	9,061
745	555025	413493625	2340,49	435916,63	27,295	9,065
746	556516	415160936	2343,63	437087,66	27,313	9,069
747	558009	416832723	2346,77	438260,26	27,331	9,073
748	559504	418508992	2349,91	439434,48	27,349	9,077
749	561001	420189749	2353,05	440610,18	27,368	9,081
750	562500	421875000	2356,20	441787,50	27,386	9,086
751	564001	423564751	2359,34	442966,38	27,404	9,089
752	565504	425259008	2362,48	444146,84	27,423	9,094
753	567009	426957777	2365,62	445328,86	27,441	9,098
754	568516	428661064	2368,76	446512,46	27,459	9,102
755	570025	430368875	2371,90	447697,63	27,477	9,106
756	571536	432081216	2375,04	448884,37	27,495	9,109
757	573049	433798093	2378,19	450072,68	27,514	9,114
758	574564	435519512	2381,33	451262,56	27,532	9,118
759	576081	437245479	2384,47	452454,01	27,549	9,122

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
760	577600	438976000	2387,61	453647,04	27,568	9,126
761	579121	440711081	2390,75	454841,63	27,586	9,129
762	580644	442450728	2393,89	456037,87	27,604	9,134
763	582169	444194947	2397,04	457235,83	27,622	9,138
764	583696	445943744	2400,18	458435,53	27,640	9,142
765	585225	447697125	2403,32	459635,71	27,659	9,146
766	586756	449455096	2406,46	460838,16	27,677	9,149
767	588289	451217663	2409,60	462042,18	27,695	9,154
768	589824	452984832	2412,74	463247,76	27,713	9,158
769	591361	454756609	2415.98	464454,92	27,731	9,162
770	592900	456533000	2419,03	465663,66	27,749	9,166
771	594441	458314011	2422,17	466873,96	27,767	9,170
772	595984	460099648	2425,31	468085,83	27,785	9,174
773	597529	461889917	2428,45	469299,27	27,803	9,178
774	599076	463684824	2431,59	470514,29	27,821	9,182
775	600625	465484375	2434,74	471730,87	27,839	9,185
776	602176	467288576	2437,88	472949,03	27,857	9,189
777	603729	469097433	2441,02	474168,75	27,875	9,193
778	605284	470910952	2444,16	475390,05	27,893	9,197
779	606841	472729139	2447,30	476612,92	27,911	9,201
780	608400	474552000	2450,44	477837,36	27,928	9,205
781	609961	476379541	2453,58	479063,36	27,946	9,209
782	611524	478211768	2456,73	480290,94	27,964	9,213
783	613089	480048687	2459,87	481520,10	27,982	9,217
784	614656	481890304	2463,01	482750,82	28,000	9,221
785	616225	483736625	2466,15	483983,11	28,018	9,225
786	617796	485587656	2469,29	485216,97	28,036	9,229
787	619369	487443403	2472,43	486452,41	28,054	9,233
788	620944	489303872	2475,58	487689,73	28,071	9,237
789	622521	491169069	2478,72	488927,99	28,089	9,240
790	624100	493039000	2481,86	490168,14	28,107	9,244
791	625681	494913671	2485,00	491409,85	28,125	9,248
792	627264	496793088	2488,14	492653,14	28,142	9,252
793	628849	498677257	2491,28	493898,20	28,160	9,256
794	630436	500566184	2494,43	495144,43	28,178	9,260
795	632025	502459875	2497,57	496392,43	28,196	9,264
796	633616	504358336	2500,71	497642,40	28,213	9,268
797	635209	506261573	2503,85	498893,14	28,231	9,272
798	636804	508169592	2506,99	500145,86	28,249	9,275
799	638401	510082399	2510,13	501400,14	28,267	9,279
800	640000	512000000	2513,28	502656,00	28,284	9,283
801	641601	513922401	2516,42	503913,42	28,302	9,287
802	643204	515849608	2519,56	505172,43	28,320	9,291
803	644809	517781627	2522,70	506432,98	28,337	9,295

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
804	646416	519718464	2525,84	507695,52	28,355	9,299
805	648025	521660125	2528,98	508958,83	28,373	9,302
806	649636	523606616	2532,12	510224,11	28,390	9,306
807	651249	525557943	2535,27	511490,96	28,408	9,310
808	652864	527514112	2538,41	512759,38	28,425	9,314
809	654481	529475129	2541,55	514029,37	28,443	9,318
810	656100	531441000	2544,09	515300,94	28,460	9,322
811	657721	533411731	2547,83	516574,07	28,478	9,326
812	659344	535387328	2550,97	517848,77	28,496	9,329
813	660969	537367797	2554,12	519125,05	28,513	9,333
814	662596	539353144	2557,26	520402,85	28,531	9,337
815	664225	541343375	2560,40	521682,31	28,548	9,341
816	665856	543338496	2563,54	522663,30	28,566	9,345
817	667489	545338513	2566,68	524245,86	28,583	9,348
818	669124	547343432	2569,82	525529,98	28,601	9,352
819	670761	549353259	2572,97	526815,68	28,618	9,356
820	672400	551368000	2576,11	528102,96	28,636	9,360
821	674041	553387661	2579,25	529391,80	28,653	9,364
822	675684	555412248	2582,39	530682,21	28,671	9,368
823	677329	557441767	2585,53	531974,39	28,688	9,371
824	678976	559476224	2588,67	533267,75	28,705	9,375
825	680625	561515625	2591,82	534562,87	28,723	9,379
826	682276	563559976	2594,96	535859,57	28,740	9,383
827	683929	565609283	2598,10	537158,83	28,758	9,386
828	685584	567663552	2601,24	538457,62	28,775	9,390
829	687241	569722789	2604,38	539759,08	28,792	9,394
830	688900	571787000	2607,52	541062,06	28,810	9,398
831	690561	573856191	2610,66	542366,60	28,827	9,402
832	692224	575930368	2613,81	543672,72	28,844	9,405
833	693889	578009537	2616,95	544980,52	28,862	9,409
834	695556	580093704	2620,09	546289,68	28,879	9,413
835	697225	582182875	2623,23	547600,51	28,896	9,417
836	698896	584277056	2626,37	548912,91	28,914	9,420
837	700569	586376253	2629,51	550226,89	28,931	9,424
838	702244	588480472	2632,64	551542,43	28,948	9,428
839	703921	590589719	2635,80	552859,58	28,965	9,432
840	705600	592704000	2638,94	554178,24	28,983	9,435
841	707281	594823321	2642,08	555498,49	29,000	9,439
842	708964	596947688	2645,22	556820,32	29,017	9,443
843	710649	599077107	2648,36	558143,72	29,034	9,447
844	712336	601211584	2651,51	559468,69	29,052	9,450
845	714025	603351125	2654,65	560795,23	29,069	9,454
846	715716	605495736	2657,79	562123,34	29,086	9,458
847	717409	607645423	2660,93	563452,82	29,103	9,462

Zahlen oder Durch-messer	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
848	719104	609800192	2664,07	564784,28	29,120	9,465
849	720801	611960049	2667,21	566117,10	29,138	9,469
850	722500	614125000	2670,36	567451,59	29,155	9,473
851	724201	616295051	2673,50	568787,46	29,172	9,476
852	725904	618470208	2676,64	570125,00	29,189	9,480
853	727609	620650477	2679,78	571464,10	29,206	9,484
854	729316	622835864	2682,92	572804,78	29,223	9,488
855	731025	625026375	2686,06	574147,03	29,240	9,491
856	732736	627222016	2689,20	575490,85	29,257	9,495
857	734449	629422793	2692,35	576836,24	29,275	9,499
858	736164	631628712	2695,49	578183,20	29,292	9,502
859	737881	633839779	2698.63	579531,73	29,309	9,506
860	739600	636056000	2701,77	580881,84	29,326	9,510
861	741321	638277381	2704,91	582233,51	29,343	9,513
862	743044	640503928	2708,05	583586,75	29,360	9,517
863	744769	642735647	2711,20	584941,57	29,377	9,521
864	746496	644972544	2714,34	586297,95	29,394	9,524
865	748225	647214625	2717,48	587655,91	29,411	9,528
866	749956	649461896	2720,62	589015,41	29,428	9,532
867	751689	651714363	2723,76	590376,54	29,445	9,535
868	753424	653972032	2726,90	591739,20	29,462	9,539
869	755161	656234909	2730,05	593103,44	29,479	9,543
870	756900	658503000	2733,19	594469,26	29,496	9,546
871	758641	660776311	2736,33	595836,44	29,513	9,550
872	760384	663054848	2739,87	597205,59	29,530	9,554
873	762129	665338617	2742,61	598576,91	29,547	9,557
874	763876	667627624	2745,75	599948,21	29,563	9,561
875	765625	669921875	2748,90	601321,87	29,580	9,565
876	767376	672221376	2752,04	602697,11	29,597	9,568
877	769129	674526133	2755,18	604073,91	29,614	9,572
878	770884	676836152	2758,32	605451,49	29,631	9,576
879	772641	679151439	2761,46	606832,24	29,648	9,579
880	774400	681472000	2764,60	608213,76	29,665	9,583
881	776161	683797841	2767,74	609596,84	29,682	9,586
882	777924	686128968	2770,89	610981,50	29,698	9,590
883	779689	688465387	2774,03	612367,74	29,716	9,594
884	781456	690807104	2777,17	613755,54	29,732	9,597
885	783225	693154125	2780,31	615144,91	29,749	9,601
886	784996	695506456	2783,45	616535,85	29,766	9,605
887	786769	697864103	2786,59	617928,37	29,783	9,608
888	768544	700227072	2789,75	619322,45	29,799	9,612
889	790321	702595369	2792,88	620718,11	29,816	9.615
890	792100	704969000	2796,02	622115.34	29,833	9,619
891	793881	707347971	2799,16	623514,13	29,850	9,623

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
892	795664	709732288	2802,30	624914,50	29,866	9,626
893	797449	712121957	2805,44	626316,44	29,883	9,630
894	799236	714516984	2808,59	627719,95	29,900	9,633
895	801025	716917375	2811,73	629124,35	29,917	9,637
896	802816	719323136	2814,87	630531,68	29,933	9,641
897	804609	721734273	2818,01	631939,90	29,950	9,644
898	806404	724150792	2821,15	633349,70	29,967	9,648
899	808201	726572699	2824,29	634760,13	29,983	9,651
900	810000	729000000	2827,44	636174,00	30,000	9,655
901	811801	731432701	2830,58	637588,50	30,017	9,658
902	813604	733870808	2833,72	639004,58	30,033	9,662
903	815409	736314327	2836,86	640422,22	30,050	9,666
904	817216	738763264	2840,00	641841,44	30,067	9,669
905	819025	741216625	2843,14	643262,23	30,083	9,673
906	820836	743677416	2846,28	644684,74	30,100	9,676
907	822649	746142643	2849,43	646108,52	30,116	9,680
908	824464	748613312	2852,57	647534,02	30,133	9,683
909	826281	751089429	2855,71	648961,09	30,150	9,687
910	828100	753571000	2858,85	650389,74	30,166	9,691
911	829921	756058031	2861,99	651819,95	30,183	9,694
912	831744	758550528	2865,13	653251,73	30,199	9,698
913	833569	761048497	2868,27	654686,09	30,213	9,701
914	835396	763551944	2871,42	656120,81	30,232	9,705
915	837225	766060875	2874,56	657556,51	30,249	9,708
916	839056	768575296	2877,70	658994,58	30,265	9,712
917	840889	771095213	2880,84	660432,22	30,282	9,715
918	842724	773620632	2883,98	661875,42	30,299	9,719
919	844561	776151559	2887,13	663318,20	30,315	9,722
920	846400	778688000	2890,27	664762,56	30,332	9,726
921	848241	781229961	2893,41	666208,48	30,348	9,729
922	850084	783777448	2896,55	667655,97	30,364	9,733
923	851929	786330467	2899,69	669104,61	30,381	9,736
924	853776	788889024	2902,83	670555,67	30,397	9,740
925	855625	791453125	2905,98	672007,87	30,414	9,743
926	857476	794022776	2909,12	673461,65	30,430	9,747
927	859329	796597983	2912,26	674916,99	30,447	9,750
928	861184	799178752	2915,40	676373,91	30,463	9,754
929	863041	801765089	2918,54	677832,40	30,480	9,758
930	864900	804357000	2921,68	679292,46	30,496	9,761
931	866761	806954491	2924,82	680754,08	30,512	9,764
932	868624	809557568	2927,97	682217,30	30,529	9,768
933	870489	812166237	2931,11	683682,06	30,545	9,771
934	872356	814780504	2934,25	685148,40	30,561	9,775
935	874225	817400375	2937,39	686616,31	30,578	9,778

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
936	876096	820025856	2940,53	688085,79	30,594	9,783
937	877969	822656953	2943,67	689556,85	30,610	9,785
938	879844	825293672	2946,82	691029,47	30,627	9,789
939	881721	827936019	2949,96	692503,67	30,643	9,792
940	883600	830584000	2953,10	693979,44	30,659	9,796
941	885481	833237621	2956,24	695456,77	30,676	9,799
942	887364	835896888	2959,38	696935,68	30,692	9,803
943	889249	838561807	2962,52	698416,14	30,708	9,806
944	891136	841232384	2965,67	699898,21	30,725	9,810
945	893025	843908625	2968,81	701381,83	30,741	9,813
946	894916	846590536	2971,95	702867,02	30,757	9,817
947	896809	849278123	2975,09	704352,25	30,773	9,820
948	898704	851971392	2978,23	705841,80	30,790	9,824
949	900601	854670349	2981,37	707332,02	30,806	9,827
950	902500	857375000	2984,52	708823,50	30,822	9,830
951	904401	860085351	2987,66	710316,54	30,838	9,834
952	906304	862801408	2990,80	711811,16	30,854	9,837
953	908209	865523177	2993,94	713307,34	30,871	9,841
954	910116	868250664	2997,08	714805,10	30,887	9,844
955	912025	870983875	3000,22	716304,43	30,903	9,848
956	913936	873722816	3003,36	717805,33	30,919	9,851
957	915849	876467493	3006,51	719307,80	30,935	9,855
958	917764	879217912	3009,65	720811,84	30,952	9,858
959	919681	881974076	3012,79	722317,45	30,968	9,861
960	921600	884736000	3015,93	723824,64	30,984	9,865
961	923521	887503681	3019,07	725333,39	31,000	9,868
962	925444	890277128	3022,21	726843,71	31,016	9,872
963	927369	893056347	3025,36	728355,61	31,032	9,875
964	929296	895841344	3028,50	729869,07	31,048	9,879
965	931225	898632125	3031,64	731384,11	31,064	9,882
966	933156	901428696	3034,78	732900,72	31,081	9,885
967	935089	904231063	3037,92	734418,90	31,097	9,889
968	937024	907039232	3041,06	735938,64	31,113	9,892
969	938961	909853209	3044,21	737459,96	31,129	9,896
970	940900	912673000	3047,35	738982,86	31,145	9,899
971	942841	915498611	3050,49	740507,32	31,161	9,902
972	944784	918330048	3053,63	742033,35	31.177	9,906
973	946729	921167317	3056,77	743560,95	31,193	9,909
974	948676	924010424	3059,91	745090,13	31,209	9,913
975	950625	926857375	3063,06	746620,87	31,225	9,916
976	952576	929714176	3066,20	748153,19	31,241	9,919
977	954529	932574833	3069,34	749687,07	31,257	9,923
978	956484	935441352	3072,48	751222,53	31,273	9,926
979	958441	938313739	3075,62	752759,56	31,289	9,930

Zahlen oder Durchmesser	Quadrate	Kuben	Umfang der Kreise	Flächen-Inhalt	Quadrat-Wurzeln	Kubik-Wurzeln
980	960400	941192000	3078,76	754298,16	31,305	9,933
981	962361	944076141	3081,90	755838,32	31,321	9,936
982	964324	946966168	3085,05	757380,06	31.337	9,940
983	966289	949862087	3088,19	758923,38	31,353	9,943
984	968256	952763904	3091,33	760468,26	31,369	9,946
985	970225	955671625	3094,47	762014,71	31,385	9,950
986	972196	958585256	3067,61	763562,73	34,401	9,953
987	974169	961504803	3100,75	765119,93	31,417	9,956
988	976144	964430272	3103,89	766663,49	31,432	9,960
989	978121	967361669	3107,04	768216,23	31,448	9,963
990	980100	970299000	3110,18	769770,54	31,464	9,967
991	982081	973242271	3113,32	771326,41	31.480	9,970
992	984064	976191488	3116,46	772883,86	31,496	9,973
993	986049	979146657	3119,60	774442,88	31,512	9,977
994	988036	982107784	3122,75	776003,47	31,528	9,980
995	990025	985074875	3125,89	777565,63	31,544	9,983
996	992016	988047936	3129,03	779129,36	31,559	9,987
997	994009	991026973	3132,17	780693,66	31,575	9,990
998	996004	994011992	3135,31	782200,54	31,591	9,993
999	998001	997002999	3138,45	783829,98	31,607	9,997
1000	1000000	1000000000	3141,59	785400,00	31,623	10,000

Satz II. Die Wurzeln höherer Grade zieht man mit Hülfe der Logarithmen, und, in Ermangelung dieser Tafeln, durch folgende Formel aus:

$$\sqrt[n]{A} = \frac{(n-1)\,a^{n+1} + (n+1)\,aA}{(n+1)\,a^{n} + (n-1)\,A}$$

Die verlangte Wurzel wird durch Annäherung erhalten. Man muss nämlich eine Zahl (a) aufsuchen, welche der Wurzel (n) der gegebenen Grösse (A) am nächsten kommt, und diese Zahl in der Formel substituiren; durch Wiederholung dieser Operation erhält man eine weitere Annäherung.

Satz III. Zusammenstellung der Maasse, Gewichte und Münzen aller Länder der Erde, nach alphabetischer Ordnung.

Abyssinien.

Längen in Metern.

Pik	0,69

Volumen in Kubikmetern.

Ardeb	0,011
Kuba	0,001

Gewichte in Kilogrammen.

Rotolo	31
Kaletar	0,30
Walkaes	0,15

Afrika, Eingeborene.

(Siehe Türkei, Egypten und Arabien.)

Algerien.

(Französisches System.)

Amerika.

(Siehe die verschiedenen Staaten, aus welchen dieser Welttheil besteht.)

Anhalt (Herzogthum).

(Wie Preussen.)

Arabien.

Längen in Metern.

Covid	0,48

Gewichte in Kilogrammen.

Mahnd	1,5

Münzen in Franken.
(Wie in der Türkei.)

Argentinische Republik oder La Plata.

(Das Decimalsystem ist angenommen, aber noch nicht im Gebrauch.)

Längen in Metern.

Legua	5196
Vara	0,866
Fuss	0,29

Flächenraum in Quadratmetern.

Suertes de estancia	20,50

Volumen in Kubikmetern.

Cuartilla	0,0343
Frasco	0,0924

Gewichte in Kilogrammen.

Tonelada	919
Zentner	46,94
Pfund	9,46

Münzen in Franken.

Piaster	4,99

Australien.

(Englische Colonie wie England.)

Baden (Grossherzogthum).

Längen in Metern.

1 Meile gleich 2 Wegstunden	$8888\frac{8}{9}$
Fuss (10 Zoll)	0,3
Zoll (10 Linien)	0,03

Flächen in Quadratmetern.

Morgen	300
Ruthe	3

Volumen in Kubikmetern.

Kubikfuss	0,09

Gewichte in Kilogrammen.

Centner	50
Pfund	0,5

Münzen in Franken.

Krone	34,35
Gulden	2,10
Kreuzer	0,0358
Pfenning	0,009

Baiern.

Längen in Metern.

Meile	7,407
Elle, Münchener . .	0,833
Fuss, » . .	0,292
Fuss, Augsburger . .	0,296
Meile, Decimal in der Pfalz	4,444
Fuss » » » »	0,03

Flächen in Quadratmetern.

Morgen	3707
Quadratruthe. . . .	8,52

Volumen in Kubikmetern.

Klafter	3,13
Eimer	0,068
Metze	0,037

Gewichte in Kilogrammen.

Centner	56
Pfund	0,56
Decimal-Centner . .	50
» Pfund . . .	0,5

Münzen in Franken.

Krone	34,35
Karolin	25,66
Maxd'or	17,18
Kronenthaler . . .	5,72
Reichsthaler	5,19
Gulden	2,10
Kopfstück	0,83
Kreuzer	0,0358

Batavia. Borneo.

(Wie Holland.)

Beide Sicilien.

(Siehe Neapel.)

Belgien.

Längen in Metern.

Metrische Lieue . .	5000
Metrische Meile . .	1000
Flandrische Meile . .	6277
Brabanter Meile . .	5521
Elle	1,00
Fuss	0,29

(Uebrigens wie Frankreich.)

Die fremden Münzen haben in Belgien keinen gesetzlichen Cours und werden auf den Bureaux der Staatseisenbahnen nur zu folgenden Preisen angenommen:

	Frcs.	Cts.
1 Preuss. Friedrichsd'or	21	—
1 Pistole	20	75
1 Dukaten	11	50
1 Englischer Souvereign	25	50
1 Guinee	26	20
1 Holländischer Gulden .	2	10
$2\frac{1}{2}$ Holländische Gulden	5	25
1 Französischer Thaler .	5	70
1 Brabanter Thaler . .	5	68
1 Preussischer Thaler .	3	60
1 Holländ. Wilhelmsd'or	21	16

Bourbon (Insel).

(Altes Pariser Maass, siehe Frankreich; Münzen wie Spanien.)

Brasilien.

Längen in Metern.

Legoa	6600
Estadios	258
Vara	12
Covado	0,68

Flächen in Quadratmetern.

Geira	5856,4
Braca	4,84

Volumen in Kubikmetern.

Pepa	0,414
Alqueira	0,021

Gewichte in Kilogrammen.

Centner (Gewicht 128 Pfd.)	588
Pfund	0,46

Münzen in Franken.

(Wie Spanien.)

Braunschweig.

(Wie Preussen.)

Bremen.

Längen in Metern.

Meile	1852
Elle	0,58
Fuss	0,29

Flächen in Quadratmetern.

Quadratfuss	0,08

Volumen in Kubikmetern.

Scheffel	0,074

Gewichte in Kilogrammen.

Centner	54,49
Pfund	0,498

Münzen in Franken.

(Wie Preussen.)

Canada.

(Wie England.)

Ceylon.

(Wie England.)

Chili.

(Das französische Decimalsystem ist angenommen; die alten Maasse sind noch im Gebrauch und die Münzen sind jene Spaniens.)

China u. Cochinchina.

Längen in Metern.

Li	575,3
Foeng	3,65
Covid des Handels .	0,34
Baufuss	0,32

Flächen in Quadratmetern.

King oder Fu . . .	2533

Volumen in Kubikmetern.

Sei	0,122

Gewichte in Kilogrammen.

Pfund	0,605

Münzen in Franken.

Taile	7,5

Columbia.

(Gegenwärtig die Republiken: Venezuela, Neu-Granada und Ecuador; das Decimalsystem ist angenommen, aber die spanischen Maasse sind noch im Gebrauch.)

Costa Rica.

(Wie Spanien.)

Dänemark.

Längen in Metern.

Meile (2400 Ruthen) .	7,572
Ruthe (10 Fuss) . .	3,14
Elle	0,76
Fuss, von Kopenhagen	0,31

Flächen in Quadratmetern.

Geometrische Tonne .	5616

Volumen in Kubikmetern.

Faon	2,22
Tonder	0,139

Gewichte in Kilogrammen.

Centner	50
Pfund	0,47

Münzen in Franken.

Christiansd'or . . .	30
Dukaten	9,35
Reichsthaler	5,66
Mark (16 Schilling) .	0,75

Deutsche Bundes-Staaten.

Deutsche Meile . . .	7407

(Der Zoll-Centner von 50 Kilogr. ist für die internationalen Beziehungen angenommen; die andern Gewichte und Maasse sind die der verschiedenen Staaten. Das Zollpfund ist zugleich Münz-Gewicht; der Thaler Vereins-Silbermünze und die Krone Vereins-Goldmünze.)

Egypten.

Längen des Alterthums in Metern.

Griechische Meile . .	1540
Römische Meile . .	1482
Asiatische Meile . .	1667
Asiatische Stadie . .	222
Olympische Stadie .	185
Heilige Elle	0,56
Griechische Elle . .	0,46
Römische Elle	0,44
Dekapode	2,77
Einfacher Schritt . .	0,69
Olympischer Fuss . .	0,32
Römischer Fuss . .	0,30
Archimedes'scher Fuss	0,22

Moderne Längen in Metern.

Kassaba	3,85
Pik hendasch	0,64
Pik mekias	0,54

Flächen in Quadratmetern.

Antike □Stadie . .	3430
Ditto 100 □Ellen .	2756
Moderner Fedan . .	5929
Contributions-Fedan .	4459

Volumen in Kubikmetern.

Antike Amphore . .	0,026
Moderner Ardeb von Alexandrien . . .	0,271
Ardeb von Cairo . .	0,179

Gewichte in Kilogrammen.

Antike Unze	0,27
Kantar	44,47
Oka	1,00
Rotolo	0,45

Münzen in Franken.

Antike Aureas . . .	20,14
» Heller . . .	0,82
» Sesterzie . .	0,20

(Die modernen Münzen sind jene der Türkei.)

Elba (Toskanische Insel).

(Wie Toskana.)

England (Grossbritannien).

Längen in Metern.

Umfang der Erde 360° oder 7200 Lieues	40,000,000
Geographische Lieue .	5569
Seemeile	1854
Mile (1700 Yards) . .	1069,32
Furlong (320 Yards) .	201,16
Chain (66 Fuss) . .	20,13
Pole od. Ruthe (5,5 Yards)	5,029
Fathom (2 Yards) . .	1,828
Imperial Yard . . .	0,914
Foot (Fuss 1/3 Yard) .	0,305
Fuss von Malta . .	0,183
Inch (1/36 Yard) . .	0,025

Flächen in Quadratmetern.

Acre (4840 □Yards) .	4046,71
Rood (1210 □Yards) .	1011,68
Rod (□Ruthe) . . .	15,29
□Yard	0,837

Volumen in Kubikmetern.

Chaldron (12 Sacks) .	1,309
Quarter (8 Bushels) .	0,291
Sack (3 Bushels) . .	0,109
Bushel (8 Gallons) .	0,036
Peck (2 Gallons) . .	0,091
Gallon	0,0045
Quart	0,0011
Pint	0,0006

Gewichte (Avoir du poids) in Kilogrammen.

Ton (20 Centner oder 2240 Pfund) . . .	1015,65
Hundred weigth (Ctnr. von 112 Pfund) . .	50,78
Pound imperial (Pfund)	0,453
Ounce (1/16 Pfund) .	0,028
Dram (1/16 Ounce) .	0,00177

Gewichte (troy) in Kilogrammen.

Pound (Pfund) . . .	0,373
Ounce (1/12 Pfund) . .	0,031
Penny weigth (1/20 Ounce)	0,0016
Grain (1/24 penny weigth)	0,000065

Münzen in Franken.

Doppelte Sovereign .	50
Guinee (21 Schillinge)	26,25
(Halbe-, Drittel-, Viertel-Guinee verhältnissmässiger Werth.)	
Pfund Sterling (pound 20 shillings oder sols sterlings) . .	25
Halfpound (halbes Pfd. Sterling)	12,50
Crown (Krone von 5 Schilling)	6,25
Dollar (Bankthaler) .	5,57
Half-crown (halbe Krone von 2 Schilling 6 Pence)	3,12
Shilling (1 sol sterling 12 pence)	1,25
Penny (Mehrzahl pence Groschen, 3 Kreuzer)	0,104
Half-penny (1/2 Groschen 1 1/2 Kreuzer.)	0,052
Six-pence (1/2 Schilling 6 Pence)	0,625
Four-pence (1/3 Schilling 4 Pence). . .	0,417
Two-pence (1/6 Schilling 2 Pence) . . .	0,208
Farthing (Heller) . .	0,026

Equator (Ecuador).

(Wie Columbien.)

Frankreich.

Entfernungen in Metern.

Geographische Meilen von 60 auf den Grad	1852
Lieue von 25 auf den Grad	4444
Metrische Lieue . .	5000
Seemeile von 20 auf den Grad	5555,56
Seeknoten	1851
Kabellänge von 120 Faden	200
Log-Knoten	15,43
Grosser Faden . . .	1,949
Kleiner Faden . . .	1,624

(Französisches Decimal-System.)

Längen in Metern.

Dix-Millimeter . . .	1/10000
Millimeter	1/1000
Centimeter	1/100
Decimeter	1/10
Meter 1/10000000 von einem 1/4 des Meridians	
Decameter	10
Hectometer	100
Kilometer	1000
Myriameter	10000

Flächen.

Centiare . = 1 Quadratmeter
Are . . . = 100 Centiares
Hectare . = 100 Ares
Quadratkilomet. = 100 Hectares
Quadratmyriamet. = 10000 Hect.

Volumen.

Dix-Milliliter	=	$^1/_{10000}$ Liter
Milliliter	=	$^1/_{1000}$ »
Centiliter	=	$^1/_{100}$ »
Deciliter	=	$^1/_{10}$ »
Litre	=	1 Kubikdecim.
Decaliter	=	10 Liter
Hectoliter	=	100 »
Kiloliter	=	1000 »
Myrialiter	=	10000 »
Decistèr	=	$^1/_{10}$ Kubikmtr.
Stère	=	1 Kubikmeter
Decastère	=	10 Kubikmet.

Gewichte.

Dix-Milligramme	=	$^1/_{10000}$ Gram.
Milligramme	=	$^1/_{10000}$ »
Centigramme	=	$^1/_{100}$ »
Decigramme	=	$^1/_{10}$ »
Gramme	=	1 Kubicentimeter Wasser
Decagramme	=	10 »
Hectogramme	=	100 »
Kilogramme	=	1000 »
Myriagramme	=	10000 »
Centner	=	100 Kilogr.

Tonne oder Seefass = 1000 Kilogramme oder 1 Kubikmeter Wasser.

(Das Gewicht der feinen Perlen ist der Karat, welcher in $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$, $^1/_{16}$, $^1/_{32}$, $^1/_{64}$ eingetheilt ist. Der Karat ist in allen Ländern wenig verschieden. — In Frankreich werden die Diamanten nach der Unze von 29 Grammen = 144 Karaten gewogen; der Karat = 4 Grain.

Münzen.

Die neue französische Münze enthält $^9/_{10}$ Gold oder Silber und $^1/_{10}$ Legirung mit Gestattung einer Abweichung von $^2/_{1000}$.)

(Das Kilogramm enthält: 31 Goldstücke von 100 Francs; 62 Goldstücke von 50 Francs; 155 Goldstücke von 20 Frcs.; 40 Silberstücke von 5 Frcs.

(Alte französische Maasse.)

Längen in Metern.

Postmeile	3898
Toise (6 Fuss)	1,949
Pariser Elle	1,118
Fuss (Pied de roi)	0,334
Fuss (12 Zoll)	0,325
Zoll (12 Linien)	0,027
Linie	0,002

Flächen in Quadratmetern.

Pariser Morgen (100 Ruthen)	3420
Ruthe (18 Quadratfuss)	34

Volumen in Kubikmetern.

Klafter	3,539
Malter	0,156
Scheffel	0,013
Sester	0,004
Pinte	0,0009

Gewichte in Kilogrammen.

Pfund (16 Unzen)	0,4895
Unze (8 Gros)	0,0306
Gros (12 Grain)	0,0038
Grain	0,00005

Französische Münzen.

Livre	0,987

Frankfurt.

Längen in Metern.

Waldruthe	4,51
Feldruthe	3,56
Elle	0,547
Fuss	0,285

Flächen in Quadratmetern.

Wald-Morgen	3255
Feld-Morgen	2025

Volumen in Kubikmetern.

Malter	0,1147
Maass	0,0016

Gewichte in Kilogrammen.

Gesetzliches Pfund .	0,50
Ordinäres Pfund . .	0,467

Münzen in Franken.

(Wie in Bayern.)

Griechenland.

(Das französische Decimalsystem ist in diesem Königreich angenommen, aber man bedient sich noch folgender Maasse.)

Längen in Metern.

Grosser Pik	0,68

Volumen in Kubikmetern.

Quillot	0,033

Gewichte in Kilogrammen

Millar	0,47

Münzen in Franken.

Drachme	0,89

Haiti.

(Das französische Decimalsystem ist angenommen.)

Längen in Metern.

Schritt	1,14
Elle	0,18

Flächen in Quadratmetern.

Platte (Carreau) . .	12000

Volumen in Kubikmetern.

Scheffel	13

Gewicht in Kilogrammen.

Pfund	0,49

Münzen in Franken.

Dollar	5,00

Hamburg.

Längen in Metern.

Meile	7500
Elle	0,57
Fuss	0,29

Flächen in Quadratmetern.

Morgen	9660

Volumen in Kubikmetern.

Scheffel	1,038
Tonneau (Fass) . . .	0,165
Fass	0,055

Gewicht in Kilogrammen.

Centner	53,23
Pfund	0,484

Münzen in Franken.

Hamburger Dukaten .	11,76
Mark banko	1,89
Mark courant . . .	1,53

Hansestädte.

(Siehe Frankfurt, Hamburg, Lübeck, Bremen.)

Hannover.

Längen in Metern.

Meile (24,000 rhein. Fuss)	7532
Elle	0,584
Fuss (12 Zoll 144 Linien)	0,202

Flächen in Quadratmetern.

Morgen	2621

Volumen in Kubikmetern.

Scheffel	1,038
Himten	0,031

Gewichte und Münzen.

(Wie in Preussen.)

Hessen-Darmstadt.

Längen in Metern

Klafter	2,50
Elle	0,60
Fuss	0,25
Zoll	0,025

Flächen in Quadratmetern.

Morgen	2500

Volumen in Kubikmetern.

Klafter	1,56

Gewichte und Münzen.
(Wie Baden.)

Hessen-Kassel oder Kurfürstenthum Hessen.

Längen in Metern.

Ruthe	3,98
Fuss	0,287
Elle	0,57

Flächen in Quadratmetern.

Morgen	2386

Volumen in Kubikmetern.

Scheffel	0,08
Maas	0,0019

Gewichte und Münzen.
(Wie in Preussen.)

Holland (Niederlande).

Längen in Metern.

Alte Meile	5848
Neue Meile	5556
Gemeine Meile	5051
Meile (20692 rhein. Fuss)	5857
Seemeile (20 auf einen Grad)	5556
Amsterdamer Elle	0,69
Rheinischer Fuss	0,314
Amsterdamer Fuss	0,283
Neue oder Decimal-Myl (Meile)	1000
Decimal-Roede (Ruthe)	10
» Elle	1

Flächen in Quadratmetern.

Quadratroede (Ruthe)	100
Quadratelle	1

Volumen in Kubikmetern.

Last	3,00
Kubikelle	1
Zak	0,1
Schepel	0,01
Kap	0,001
Maatje	0,0001

Gewichte in Kilogrammen.

Pond	1,00
Once	0,1
Load	0,01
Wigtje	0,001

Münzen in Franken.

Dukaten	11,78
Gulden zu 100 Cents	2,14

Holstein.
(Wie Hamburg.)

Honduras.
(Wie Spanien.)

Japan.

Längen in Metern.

Kupira	0,38
Canc sasi	0,30

Volumen in Quadratmetern

Kok	0,174

Gewichte in Kilogrammen.

Monme	0,02

Münzen in Franken.

Ita	23
Coban	27

Java.

Längen in Metern.

Hastu	0,46

Jonische Inseln.
(Wie England.)

Kirchenstaat.

Längen in Metern.

Meile	1489
Canna (8 Palmen)	1,992
Brassa	0,840
Römischer Fuss	0,297
Alter Fuss	0,294
Palma (3/4 römische Fusse)	0,223

Flächen in Quadratmetern.

Rubbio	18446
Pezza	2640

Volumen in Kubikmetern.

Rubbio zu 4 Quartes	0,294
Soma	0,164

Gewichte in Kilogrammen.

Cantaro	33,910
Pfund	0,339

Münzen in Franken.

Pistole	17,35
Halbe Pistole	8,67
Sequin	11,70
Halbe Sequin	5,85
Scudo	5,36
Krone (10 Paoli)	5,32
Teston von 3 Paoli	1,60
Teston von 2 »	1,05
Paolo	0,52

Lombardei.

(Das französische Decimalsystem ist in diesem Königreich angenommen, aber man gebraucht noch folgende Maasse.)

Längen in Metern.

Braccio	0,66
Fuss	0,43

Flächen in Quadratmetern.

Pertia	660

Lübeck.

(Wie Bremen.)

Luxemburg.

(Wie Holland.)

Marokko.

Längen in Metern.

Dhra	0,57

Volumen in Kubikmetern.

Kula	0,015

Gewichte in Kilogrammen.

Kintar	52,5
Artal	0,51

Münzen in Franken.

Piaster	500

Mecklenburg.

(Wie Preussen.)

Mexico.

(Wie Spanien. Das Decimalsystem ist angenommen.)

Modena.

(Wie Parma.)

Nassau.

(Wie Hessen-Darmstadt, wie Baden.)

Neapel (beide Sicilien).

Längen in Metern.

Neapolitanische Meile	1860
Palma	0,265
Canna	0,209

Flächen in Quadratmetern.

Tumolo	1090
Quadrat-Canna	7

Volumen in Kubikmetern.

Cafisso	0,012

Gewichte in Kilogrammen.

Rotolo	0,79
Pfund	0,30

Münzen in Franken.

Thaler	5,10
Dukaten	4,24

Neu-Granada.

(Siehe Columbia.)

Nubien.

(Wie Egypten.)

Oesterreich.

Längen in Metern.

Oesterreichische Meile	7586
Ungarische Meile	8356
Böhmische Meile	6910
Venetianische Meile	1834
Seemeile	1852
Klafter	1,90
Wiener Elle	0,779
Wiener Klafter	0,639
Oesterreichischer Fuss	0,316
Böhmischer Fuss	0,296
Venetianischer Fuss	0,347

Flächen in Quadratmetern.

Joch	5755,45
Quadratklafter	3,6

Volumen in Kubikmetern.

Kubikklafter	3,41
Metzen	0,061

Gewichte in Kilogrammen.

Tonne	1120
Wiener Centner	56
Zollcentner	50
Pfund	0,56
Zollpfund	0,50

Münzen in Franken.

Kronen	34,35
10Guldenstück	21,40
Oesterr. Souverains	18,40
Ungarische Dukaten	11,90
Reichsdukaten	11,86
Convent.-Reichsthaler	5,20
Kronenthaler	5,15
Gulden (60 Kreuzer)	2,50
20Kreuzerstück	0,86
Kreuzer	0,043
Pfennig	0,01

Oldenburg.

(Wie Bremen.)

Ostindien.

Längen in Metern.

Hindu Cos	5120
Cos	0,68
Halth	0,45

Flächen in Quadratmetern.

Kahni	5351
Biggoh	1300

Volumen in Kubikmetern.

Olluck	0,0015

Gewichte in Kilogrammen.

Mureh	392,0
Maund	11,3
Seer	0,93

Münzen in Franken.

Mohur von Bengalen	41,85
Mohur von Bombay	37,60
Gold-Rupie von Madras	36,40
Pagode	9,35
Rupie von Bombay	2,25

Parma (Herzogthum).

Längen in Metern.

Brassa	0,64

Flächen in Quadratmetern.

Biolea	3080

Volumen in Kubikmetern.

Stajo	0,048

Gewichte in Kilogrammen.

Pfund	0,33

Münzen in Franken.

Lire	1

Peru.

(Wie Spanien.)

Persien.

Längen in Metern.

Meile	4946
Farsang	5,50
Goss schah	1,01

Volumen in Kubikmetern.

Artaba	0,065

Gewichte in Kilogrammen.

Miskal	0,005

Münzen in Franken.

Toman	11,60

Piacenza.

(Wie Parma.)

Piemont.

(Wie Parma.)

Polen.

(Wie Russland.)

Pondichery.

Längen in Metern.

Corosanne	4,60
Cole	3,60
Empan	0,26

Flächen in Quadratmetern.

Cangi	13

Münzen in Franken.

Rupie	2,40

Portugal.

Längen in Metern.

Meile, 18 auf den Grad .	6173
Seemeile, 20 auf den Grad	5556
Seemeile, 50 auf den Grad	1852
Estadio	258,28
Brassa (10 Palmen) .	2,19
Vara (5 Palmen) . .	1,10
Fuss	0,33
Palme (8 Zoll) . . .	0,22

Flächen in Quadratmetern.

Geira	5864

Volumen in Kubikmetern.

Moïs	830
Almuda	0,017

Gewichte in Kilogrammen.

Centner	58,75
Arroba	14,69
Pfund	0,46

Münzen in Franken.

Alte Moidora . . .	34,0
Coroa	5,60
Alte Cruzada . . .	3,22
Neue Cruzada (480 Reis)	2,94
Reis	0,0056

Preussen.

Längen in Metern.

Rheinische Meile . .	7783
Preussische Meile . .	7532
Meile	7407
Lachter	2,09
Elle	0,67
Rheinischer Fuss . .	0,37
Berliner Fuss . . .	0,39

Flächen in Quadratmetern.

Morgen	2553

Volumen in Kubikmetern.

Klafter	3,34

Münzen in Franken.

Friedrichsd'or . . .	19,60
Dukaten	11,65
Thaler	3,75
5 Groschen	0,58
Groschen	0,125

Russland.

Längen in Metern.

Lithauische Meile (28530 rheinische Fuss) .	8954
Werste (500 Sagenen 1500 Arschinen) .	1067
Sagene (3 Arschinen)	2,134
Fuss (12 Werschock, 24 Palez, 288 Linien)	0,305

Flächen in Quadratmetern.

Deciatine	10000

Volumen in Kubikmetern.

Botchka	0,492
Tschetwert	0,209

Gewichte in Kilogrammen.

Pud	16
Pfund	0,41

Münzen in Franken.

Dukaten	11,78
Imperiale von 10 Rubel	52,38
Imperiale vom Jahr 1763	30,02
Rubel (100 Kopeken)	4,61
Silber-Rubel	4,00
Kopeke	0,046

Sachsen.

Längen in Metern.

Polizei-Meile (32,000 Fuss)	9064
Sachsen-Weimarsche M.	6798
Lachter	2
Fuss (12 Zoll, 144 Linien, 1728 Punkte) . . .	0,2832
Sachsen-Weimarscher Fuss	0,2819

Flächen in Quadratmetern.

Morgen	5540

Münzen in Franken.

Reichsthaler	5,19

(Die übrigen Gewichte, Maasse und Münzen wie in Preussen.)

Sardinien.

(Das französische Decimalsystem ist angenommen; man bedient sich jedoch auf der Insel Sardinien noch folgender Maasse.)

Längen in Metern.

Meile (1300 Toisen) .	2534
Trabucco	3,08
Raso	0,60
Fuss von Liprando .	0,52
Gewöhnlicher Fuss .	0,34
Palme	0,25

Flächen in Quadratmetern.

Restiera	13754

Volumen in Kubikmetern.

Starello	0,049
Baril	0,34

Gewichte in Kilogrammen.

Centner	40,57
Pfund	0,41

Münzen in Franken.

Cenovine (100 Livres)	88,40
Pistole	30,02
Pistole von 20 Livres	20,00
Thaler von 6 Livres .	7,08
Neue Thaler von 5 Livs.	5,00

Schweden u. Norwegen.

Längen in Metern.

Meile von Norwegen (35491 rhein. Fuss)	11139
Meile von Schweden (2250 Ruthen von 16 Fuss)	10688
Ruthe	4,78
Toise	1,78
Schwed. Elle (2 Fuss)	0,5937

Schwedischer Fuss (12 Zoll, 144 Linien) . . .	0,297

Flächen in Quadratmetern.

Tagewerk	4936

Volumen in Kubikmetern.

Toder	0,157
Tonne	0,155
Kanna	0,0026

Gewichte in Kilogrammen.

Lispund	8,50
Pfund	0,43

Münzen in Franken.

Reichsthaler	5,75
Speciesthaler . . .	1,40

Schweiz.

Längen in Metern.

Meile	8363
Wegstunde	4800
Zürcher Elle . . .	0,600
Genfer Elle	1,143
Neuchateller Elle . .	1,110
Berner Elle	0,540
Genfer Fuss	0,488
Luzerner Fuss . . .	0,314
Basler u. Zürch. Fuss	0,304
Lausanner Fuss (10 Zoll, 100 Linien) . . .	0,30
Berner und Neuchateller Fuss (12 Zoll) .	0,293
Neue Schweizer Elle	0,6
Neuer Schweizer Fuss	0,3

Flächen in Quadratmetern.

Juchert	3600

Volumen in Kubikmetern.

Malter	0,15
Maass	0,0015

Gewichte in Kilogrammen.

Pfund	0,5

Münzen in Franken.

Schweizerthaler . . .	5,90
Kronenthaler . . .	4,47
Gulden	2,17
Berner Franke . . .	1,47
Schweizer Franke . .	1,00
Batzen	0,10
Rappen	0,01

Siam.

Längen in Metern.

Kati	1212
Jula	1,98

Münzen in Franken.

Piastre	8,25
Tical	4,65

Spanien.

(Das französische Decimalsystem ist seit 1849 angenommen.)

Längen in Metern.

Königliche Meile . .	7066
Neue Meile (8000 Varas)	6780
Gemeine Meile (19000 Fuss)	5607
Meile (5000 Varas) .	4239
Seemeile	6365
Meile (1000 Schritte)	1413
Estadel (11 Fuss) . .	3,11
Brassa (Toise 6 Fuss)	1,67
Cana	1,55
Schritt (5 Fuss) . .	1,41
Vara (3 Fuss) . . .	0,848
Fuss (12 Zoll) . . .	0,283
Zoll (12 Linien) . .	0,024
Linie	0,002

Flächen in Quadratmetern.

Fanegada	6426
Aranzada	4462

Volumen in Kubikmetern.

Fanegua	0,055
Arroba	0,016
Menor	0,013

Gewichte in Kilogrammen.

Centner (100 Pfund) .	46,086
Pfund (2 Mark) . .	0,4608
Mark (8 Unzen) . .	0,230
Unze (578 Grains) .	0,028

Münzen in Franken.

Quadrupel (4 Pistolen)	83,90
Pistole	20,96
Halbe Pistole . . .	10,49
Dublone von 8 Kronen	80,80
Dublone von 4 Kronen	40,40
Dublone von 2 Kronen	20,20
Isabella-Dublone . .	25,84
Piaster	5,43
Duro	5,00
Peseta (zu 4 Realen)	1,05
Reale	0,25

Toskana.

Längen in Metern.

Meile	1652
Brassa von Florenz .	0,594
Geographischer Fuss .	0,583
Baufuss	0,548

Flächen in Quadratmetern.

Quadrato	3406

Volumen in Kubikmetern.

Baril	0,046

Gewichte in Kilogrammen.

Centner	34
Pfund	0,34

Münzen in Franken.

Paoli	1,68
Lira	0,84

Tripolis und Tunis.

(Wie die Türkei.)

Türkei.

Längen in Metern.

Ayatsch	5334
Meile	1670
Seemeile	1479
Archin	0,669
Kleines Maas (draa) .	0,649
Pick (draa)	0,652

Volumen in Kubikmetern.

Quilot	0,035
Alma	0,0052

Gewichte in Kilogrammen.

Occa	1,28
Chequi	0,32

Münzen in Franken.

Sequin zermahoub .	8,72
Nisfie (halbe Sequin)	4,36
Rupie	2,43
Altmichlec (60 Paras)	3,53
Yarembc (20 Paras) .	0,99
Roub (10 Paras) . .	0,50
Paras (3 Aspres) . .	0,04
Aspre	0,01
Piaster	2,00
5Piasterstück . . .	5,13
Neuer Piaster . . .	0,27

Venezuela.

(Siehe Columbia.)

Vereinigte Staaten.

(Gewichte und Maasse wie in England.)

Münzen in Franken.

Adler von 10 Dollars	53,80
Halber Adler . . .	25,90
Dollar in Silber (100 Cents)	5,34
Dollar in Gold . . .	5,18
Halber Dollar . . .	2,67
Viertels Dollar . . .	1,25
Zehn-Cents	0,53

(Der französische Franken wird zu 0,95 Cents angenommen.)

Würtemberg.

(Wie Bayern.)

Satz IV. — In folgender Zusammenstellung sind unter der Form von Gleichungen die verschiedenen Fälle aufgeführt, welche sich bei der Zinsenrechnung ergeben können.

(Die Bezeichnungen sind folgende: a das Kapital; n die Zahl der Jahre; f die Zinsen eines Franken, Gulden oder Thalers am Ende des Jahres; i Zinsen des Kapitals (a) nach (n) Jahren.)

1) Zinsen (i) des Kapitals (a) am Ende des Jahres . . . . $i = a(f-1)$

2) Zinsen des Kapitals am Ende von n Jahren. (Die Zinsen, welche nicht zum Kapital geschlagen werden, nennt man: einfache Zinsen) . . . . $i = an(f-1)$

3) Das Kapital mit den einfachen Zinsen $s = a + an(f-1)$

4) Das Kapital mit Zinsen von Zinsen oder zusammengesetzte Zinsen. (Zinsen, welche zum Kapital geschlagen werden, um ebenfalls wieder Zinsen zu tragen.) . . $s = af^n$

5) Die Annuität ist das Zurückerstatten einer geliehenen Summe vermittelst jährlichen Abschlagszahlungen. Eine solche Abschlagszahlung beträgt mehr als die Zinsen des Kapitals, so dass man nach einer gewissen Anzahl Jahre Kapital nebst Zinsen zurückerstattet hat; diese Abschlagszahlung $p = \frac{sf^n(f-1)}{(f^n-1)}$

Anwendung. — Die vorstehenden Formeln geben durch Verwandlung statt der Zinsen das Kapital und umgekehrt; z. B. die Formel (4) $s = af^n$ kann in die Formel $a = sf^n$ verwandelt werden.

Wie gross muss das im ersten Jahre zu 5 Procent anzulegende Kapital sein, wenn man am Ende des vierten Jahres 500 Franken, Gulden, Thaler haben will?

$$a = \frac{500}{(1,05)^4} = 411,50$$

Man sieht aus dem Vorhergehenden, dass durch diese Verwandlungen eine Reihe von Gleichungen erhalten wird, vermittelst welcher man leicht Tabellen für einen gegebenen Fall ausrechnen kann.

Geometrische Angaben.

Satz I. — Linien.

1) Der Umfang eines Kreises ist gleich dem Durchmesser vermehrt mit dem Verhältniss π des Umfangs zum Durchmesser $= 2\pi r$ (r ist der Radius).

Folgende sind die gebräuchlichsten Multiplikatoren von π:

π	=	3,141592
$1/\pi$	=	0,318309
$2/\pi$	=	0,636619
$4/\pi$	=	1,273239
2π	=	6,283185
4π	=	12,566370
$\pi/2$	=	1,570796
$\pi/4$	=	0,785398
π^2	=	9,869604
$\sqrt{\pi}$	=	1,772453
$1/\pi^2$	=	0,101321
$1/\sqrt{\pi}$	=	0,564189
Logarithmus von π	=	0,497149
Hyperbolischer Logarithmus von π	=	1,144729

2) Der Umfang oder Umkreis einer Elipse ist gleich der halben Summe der beiden Achsen multiplicirt mit π.

Satz II. — Flächen-Inhalt.

1) Der Flächen-Inhalt eines Dreiecks ist gleich seiner Grundlinie multiplicirt mit der Hälfte seiner Höhe.

(Das gleichseitige Dreieck hat 3 gleiche Seiten; das gleichschenkelige Dreieck hat nur 2 gleiche Seiten; das ungleichseitige Dreieck hat 3 ungleiche Seiten.)

2) Der Flächeninhalt eines Trapezes ist gleich der Summe der Grundlinien multiplicirt mit der halben Höhe.

(In dem Trapez sind nur 2 Seiten parallel, das Rechteck hat rechte Winkel ohne gleiche Seiten zu haben; das Parallelogramm oder der Rhombus hat 2 einander gegenüber liegende Seiten parallel; in der Raute sind die entgegengesetzten Seiten parallel, ohne dass die Winkel rechte sind.)

3) Der Flächeninhalt eines Kreises ist gleich π multiplicirt mit dem Quadrat des Radius.

4) Der Flächeninhalt eines regelmässigen Vielecks ist gleich der Summe der Seiten multiplicirt mit der Hälfte der Senkrechten, welche man von dem Mittelpunkte auf eine der Seiten fällt.

5) Der Flächeninhalt eines Kreisausschnittes ist gleich dem Bogen multiplicirt mit dem halben Radius.

6) Der Flächeninhalt eines Kreisabschnitts ist gleich dem Ausschnitt weniger dem Dreieck, das nach dem Mittelpunkt hin liegt.

7) Die Oberfläche einer Pyramide ist gleich der Grundfläche plus dem Umfang dieser Grundfläche multiplicirt mit der halben Höhe eines der Dreiecke.

8) Die Oberfläche eines Kegels ist (wie im vorhergehenden Falle) gleich der Grundfläche plus dem Umfange multiplicirt mit der Hälfte der Erzeugungslinie.

9) Die Oberfläche eines abgekürzten Kegels ist gleich der halben Summe des oberen und unteren Umfangs multiplicirt mit der Erzeugungslinie plus dem Flächeninhalte der beiden Grundflächen.

10) Der Flächeninhalt einer Elipse $= 0{,}7854\, aa'$ (a und a' sind die beiden Achsen).

11) Die Oberfläche einer Kugel ist gleich dem Product aus dem Durchmesser in den Umfang ihres grössesten Kreises; diese Oberfläche ist gleich dem vierfachen jener eines grössesten Kreises.

$$\pi d^2 = 4\pi r^2$$

12) Der Flächeninhalt einer Zone (des Theils der Kugelfläche, welcher zwischen zwei parallelen Ebenen

liegt, deren eine die Kugel tangiren kann) ist gleich ihrer Höhe multiplicirt mit dem Umfang eines grössesten Kreises.

13) Der Flächeninhalt eines sphärischen Dreiecks hat den Ueberschuss der Summe seiner 3 Winkel über 2 rechte Winkel zum Maass.

Satz III. — Körper-Inhalt.

1) Der körperliche Inhalt eines Parallelopipedums oder eines Cylinders ist gleich seiner Grundfläche multiplicirt mit seiner Höhe.

2) Der Inhalt eines Würfels ist gleich der dritten Potenz einer seiner Seiten.

3) Der Inhalt einer Pyramide oder eines Kegels ist gleich dem Product aus seiner Grundfläche in den dritten Theil seiner Höhe.

4) Der Inhalt einer abgekürzten Pyramide oder eines abgekürzten Kegels ist gleich dem Product aus einem Drittel seiner Höhe (h) in seine untere Grundfläche (b), seine obere Grundfläche (b') und das Mittel zwischen beiden Grundflächen:

$$V = \frac{1}{3}h\ (b + b' + \sqrt{bb'})$$

Wenn es ein abgekürzter Kegel ist, so ergibt sich aus den Halbmessern der Flächeninhalt der Grundflächen:

$$b = \pi r^2;\ b' = \pi r'^2;\ V = \frac{1}{3}\pi h\ (r^2 + r'^2 + rr')$$

5) Der Inhalt einer Kugel ist gleich dem Producte aus ihrer Oberfläche in ein Drittel des Radius $= \frac{4}{3} \times \pi r^3$.

6) Der körperliche Inhalt einer Calotte oder Kugelzone ist gleich dem Umfang des grössesten Kreises der Kugel, multiplicirt mit der Höhe der Zone.

7) Der Inhalt eines Kugelausschnittes ist gleich dem Product aus der Zone, welche als Grundfläche dient, in ein Drittel des Radius der Kugel $= \frac{2}{3} \times \pi r^2 h$.

8) Der Inhalt eines Kugelabschnittes zwischen zwei parallelen Ebenen ist gleich der halben Summe der Grundflächen, multiplicirt mit der Höhe plus dem Inhalt der Kugel, welche über dieser Höhe beschrieben ist.

9) Der Inhalt eines Kugelausschnitts ist gleich der Oberfläche desjenigen Theils, welcher von 2 halben grösse-

sten Kreisen von gleichem Durchmesser eingeschlossen ist, multiplicirt mit einem Drittel des Radius.

10) Man bestimmt den Inhalt eines Gefässes, indem man es voll Wasser und sodann leer wiegt; der Gewichtsunterschied gibt den Inhalt in Litern oder Kubikdecimetern an.

Trigonometrische Angaben.

Satz. I. — In den folgenden beiden Tabellen sind die Werthe der trigonometrischen Linien entwickelt: in der ersten auf allgemeine Weise nach den Grenzen der Bögen, und in der zweiten Tabelle als Funktionen von einander.

Erste Zusammenstellung der Werthe der trigonometrischen Linien, welche den Graden eines Kreisbogens entsprechen, dessen Radius der Einheit gleich ist.

Bezeichnung der trigonometrischen Linien	Angabe der Grade				
	minus *a*	Null	90	180	360
I. Sinus	— sin. *a*	0	1	0	0
II. Cosinus	cos. *a*	1	0	—1	1
III. Tangente . . .	— tgt. *a*	0	unendlich	0	0
IV. Cotangente . .	— cotgt. *a*	unendlich	0	unendlich	unendlich
V. Secante	sect. *a*	1	unendlich	—1	1
VI. Cosecante . . .	— cosect. *a*	unendlich	1	unendlich	unendlich

Zweite Zusammenstellung der Werthe trigonometrischer Linien in Funktionen von einander.

Bezeichnung der trigonometrischen Linien	Werth dieser Linien
Sinus a	$= \sqrt{1 - \cos.^2 a}$ $= \frac{1}{2}$ Sehne $(2\,a)$. $= \frac{\text{tangt}\ a}{\sqrt{1 + \text{tangt.}^2\ a}}$ $= 2 \sin. \frac{1}{2} a . \cos. \frac{1}{2} a.$ $= \frac{1}{\text{cosect.}\ a.}$
Sinus versus a. .	$= 1 - \cos.\ a$ $= 2 \sin.^2 \frac{1}{2} a$
Cosinus a.	$= \sqrt{1 - \sin.^2 a}$ $= 1 - 2 \sin.^2 \frac{1}{2} a$ $= 2 \cos.^2 \frac{1}{2} a - 1$ $= \frac{1}{\text{sect.}\ a}$
Tangente a. . . .	$= \frac{\sin.\ a}{\cos.\ a}$ $= \frac{1}{\text{cotangt.}\ a}$. $= \frac{\sin.\ a}{\sqrt{1 - \sin.^2 a}}$
Secante a.	$= \frac{1}{\cos.\ a}$ $= \sqrt{1 + \text{tangt.}^2\ a}$
Sinus $(a \pm b)$. .	$= \sin.\ a . \cos.\ b \pm \sin.\ b . \cos.\ a$
Cosinus $(a \pm b)$.	$= \cos.\ a . \cos.\ b \mp \sin.\ a . \sin.\ b.$

Bezeichnung der trigonometrischen Linien	Werth dieser Linien
Tangente $(a \pm b)$ . . .	$= \dfrac{\text{tangt. } a \pm \text{tangt. } b}{1 \mp \text{tangt. } a \,.\, \text{tangt. } b}$
Sinus 2 a	$= 2 \text{ sin. } a \,.\, \text{cos. } b$
Cosinus 2 a	$= \text{cos.}^2\, a - \text{sin.}^2\, a$
	$= 2 \text{ cos.}^2\, a - 1$
	$= 1 - 2 \text{ sin.}^2\, a$
Tangente 2 a	$= \dfrac{2 \text{ tangt. } a}{1 - \text{tangt.}^2\, a}$
Sinus ½ a.	$= \sqrt{\dfrac{1 - \text{cos. } a}{2}}$
Cosinus ½ a	$= \sqrt{\dfrac{1 + \text{cos. } a}{2}}$
Tangente ½ a	$= \dfrac{\text{sin } a}{1 + \text{cos. } a}$
	$= \dfrac{1 - \text{cos. } a}{\text{sin. } a}$
	$= \sqrt{\dfrac{1 - \text{cos. } a}{1 + \text{cos. } a}}$
Sinus a + sinus b . . .	$= 2 \text{ sin. } \tfrac{1}{2}(a + b) \text{ cos. } \tfrac{1}{2}(a - b)$
Cosinus a + cosinus b	$= 2 \text{ cos. } \tfrac{1}{2}(a + b) \text{ cos. } \tfrac{1}{2}(a - b)$
Tangente a + tangente b	$= \dfrac{\text{sin. } (a + b)}{\text{cos. } a \,.\, \text{cos. } b}$
Radius = 1	$= \text{sin.}^2\, a + \text{cos.}^2\, a$
	$= \text{sin. vers. } a + \text{cos. } a$
	$= \text{tangt } a \,.\, \text{cotgt. } a$
	$= \text{cos.}^2\, a + 2 \text{ sin.}^2\, a$
	$= \text{sec.}^2\, a - \text{tangt.}^2\, a$

Satz II. — Es gibt 5 Auflösungsarten der geradelinigen Dreiecke, nämlich:

1) In einem rechtwinkeligen Dreiecke ist eine Kathete (Seite am rechten Winkel) das Produkt aus der Hypothenuse in den Cosinus des eingeschlossenen spitzen Winkels.

2) In einem rechtwinkeligen Dreiecke ist eine der Katheten das Produkt aus der anderen Cathete in die Tangente des Winkels, welcher der anderen Cathete gegenüber liegt.

3) Die Sinuse der Winkel verhalten sich, wie die gegenüberliegenden Seiten.

4) Das Quadrat einer Seite eines Dreiecks ist gleich der Summe der Quadraten der beiden andern Seiten, weniger 2 mal dem Produkt aus diesen nämlichen Seiten in den Sinus des von ihnen eingeschlossenen Winkels.

5) Die Summe irgend zweier Seiten verhält sich zu ihrer Differenz, wie die Tangente der halben Summe der Winkel, welche diesen Seiten gegenüberliegen zur Tangente der halben Differenz dieser Winkel.

Satz III. — Wenn man obige Vorschriften in algebraische Zeichen übersetzt, so erhält man die folgende Tabelle, deren trigonometrische Ausdrücke sich auf einen Kreis beziehen, dessen Radius gleich der Einheit ist:

Zusammenstellung der trigonometrischen Werthe (Seiten und Winkel) eines Dreiecks.

Bezeichnung der Seiten und Winkel	Trigonometrischer Werth
(rechtwinkeliges Dreieck)	
l	$= \sqrt{h^2 + b^2}$ $= h$ sec. B $= b$ sec. H
b	$= l$ cos. H $= h$ cotangt. H $= \sqrt{l^2 - h^2}$ $= h$ tangt. B
h	$= b$ tangt. H $= l$ sin. H $= l$ cos. B $= \sqrt{(l + b) . (l - b)}$
$l - b$	$= h$ tangt. $\frac{1}{2}$ H
$l - h$	$= b$ tangt. $\frac{1}{2}$ B
L	$= B + H =$ (90 Grade)
Cosinus B	$=$ sin. H $= \frac{h}{l}$
Cosinus H	$=$ sin. B $= \frac{b}{l}$
Tangente B	$=$ cotangt. H $= \frac{b}{h}$

Bezeichnung der Seiten und Winkel	Trigonometrischer Werth
(Schiefwinkeliges Dreieck)	
a . .	$= \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos. A.}$ $= \dfrac{b \sin. A}{\sin. B}$ $= \dfrac{c \sin. A}{\sin. C}$
b . .	$= \sqrt{a^2 + c^2 - 2ac \cos. B}$ $= \dfrac{a \sin. B}{\sin. A}$ $= \dfrac{c \sin. B}{\sin. c}$
c . .	$= \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos. C}$ $= \dfrac{a \sin. C}{\sin. A}$ $= \dfrac{b \sin. C}{\sin. B}$
Tangente A	$= \sin.^2 a + \cos.^2 A$ $= \dfrac{\sin. A}{\cos. A}$
Tangente ½ $(C - B)$.	$= \dfrac{c - b}{c + b}$ (tangt. ½ $[C + B]$) $= \dfrac{c - b}{c + b}$ (cotangt. ½ A)
Sinus ½ A	$= \sqrt{\dfrac{(p - b)\ (p - c)}{b\,c}}$
Cosinus ½ A	$= \sqrt{\dfrac{p\ (p - a)}{b\,c}}$ $a + b + c = 2p$
Tangente ½ A	$= \sqrt{\dfrac{(p - b)\ (p - c)}{p\ (p - 2)}}$
Cosinus A	$= \dfrac{y}{c}$ $B = 180^0 - (A + C)$
Cosinus C	$= \dfrac{x}{a}$
Sinus $(A \pm B)$.	$= \sin. A \cos. B \pm \sin. B \cos. A$
Cosinus $(A \pm B)$ . . .	$= \cos. A \cos. B \mp \sin. A \sin. B$
Tangente $(A \pm B)$ . .	$= \dfrac{\text{tangt. } A \pm \text{tangt. } B}{1 \mp \text{tangt. } A \text{ tangt. } B}$

Capitel II.

Physik.

Grundsätze.

Satz I. — Die allgemeinen Grundsätze, welche den Baumeistern und Fabrikanten bei physikalischen Untersuchungen als Leitfaden dienen, lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1) Die Körper sind fest, tropfbar flüssig (nicht zusammenpressbare Flüssigkeiten), oder gasförmig (elastische Flüssigkeiten). — Man bezeichnet auch mit dem Namen Flüssigkeiten diejenigen physikalischen oder chemischen Wirkungen, deren Natur man nicht kennt, wie die elektrische Flüssigkeit und die magnetische Flüssigkeit.

2) Diese 3 Arten von Körpern sind theilbar, nicht in's Unendliche, aber in sehr winzig kleine Theilchen, die man Atome, Molecüle, Partikeln nennt; die Körper sind porös, ihre Moleküle berühren sich nicht; die Zwischenräume heissen Poren.

3) Alle Körper sind elastisch, denn die Hitze dehnt sie aus. Die Elasticität äussert sich auf verschiedene Weise: das Wasser verwandelt sich durch die Hitze in elastischen Dampf und zersprengt einen Dampfkessel; das gefrorene Wasser drückt ihn ebenfalls auseinander.

4) Die Endosmose ist die Fähigkeit, welche die Gase besitzen, gewisse Körper mit grosser Leichtigkeit zu durchdringen; das Wasserstoffgas besitzt diese Fähigkeit im höchsten Grade.

5) Diese Grundsätze und Begriffe haben nichts Absolutes; wir wollen zur Unterstützung dieser Behauptung einige Beispiele anführen: Man nimmt z. B. zugleich an, dass das Atom nicht theilbar ist, und dass das Molecül aus Atomen besteht. — Der Begriff der gasförmigen, festen und flüssigen Körper ist ebenfalls nicht präcis, denn diese 3 Arten von Körpern sind ohne Unterschied fest, flüssig

und gasförmig; das Gold kann flüssig gemacht und in Dampf verwandelt werden; die Flüssigkeiten werden durch die Hitze in Dampf verwandelt, und durch die Kälte ändern sie sich in feste Körper um: das kohlensaure Gas wird durch Zusammenpressen tropfbar flüssig und fest. — Nach der gewöhnlichen Annahme, beziehen sich die Worte: fest, flüssig und gasförmig auf die mittlere Temperatur, in welcher wir leben.

6) Die Bezeichnung nicht zusammendrückbare Flüssigkeit, welche man den tropfbar-flüssigen Körpern beilegt, ist nicht streng genau; das Wasser lässt sich zusammendrücken.

Seine Zusammendrückbarkeit beträgt 48 Liter bei einer Million Liter und unter dem Druck von einer Atmosphäre; sie beträgt 2×48 Liter bei 2 Atmosphären; 3×48 bei 3 Atmosphären etc., wie man nach den Ergebnissen der neuesten Versuche annehmen zu können glaubt.

Zu besserer Feststellung der Begriffe muss ich bemerken, dass die Widerstandsfähigkeit der Flüssigkeiten gegen das Zusammenpressen bei demselben Wärmegrad, nicht mit der Zusammendrückbarkeit durch Erniedrigung der Temperatur verwechselt werden darf; denn man comprimirt das Quecksilber oder den Weingeist einer Thermometerkugel plötzlich, wenn man sie in kaltes Wasser taucht; aber wenn diese Flüssigkeiten in derselben Temperatur bleiben, würden sie sich nicht merklich zusammendrücken lassen, wenigstens nicht durch mechanische Mittel.

7) Wir wollen nun als letztes Beispiel der Ungenauigkeit, die Hypothese von der ebenen Oberfläche im Gleichgewicht befindlicher Flüssigkeiten anführen; die Flüssigkeiten besitzen die Eigenschaft sich den Rändern zu nähern oder sich davon zu entfernen, und daselbst eine concave oder convexe Oberfläche zu bilden: diese Eigenschaft ist eine Folge der Adhäsion.

Diese Vorausschickungen haben den Zweck die Begriffe in Bezug auf die angenommenen Definitionen fest-

zustellen, und die Grenzen zwischen den Resultaten der Theorie und jenen der Praxis zu bezeichnen.

Derjenige Theil der Physik, mit welchem wir uns bezüglich der Anwendung auf die Industrie des Baues öffentlicher Arbeiten und der Maschinen zu beschäftigen haben, handelt von den beiden Kräften: Schwere und Wärme, in ihren Wirkungen auf die Beschaffenheit der Körper.

Die Wirkungen derselben Kräfte, durch Bewegung ausgedrückt, sind Gegenstand der Mechanik; wir werden hier noch die Ergebnisse der Erfahrung über die Dampferzeugung beifügen, welche heutzutage eine wichtige Rolle auf den Communicationswegen und in den Fabriken spielt. Endlich werden wir dieses Capitel mit der Untersuchung der physischen Eigenschaften der Steine und Hölzer, als Baumaterialien, beschliessen; ihre chemische Zusammensetzung wird in dem Capitel, welches der Chemie gewidmet ist, angeführt werden.

Specifisches Gewicht der Körper oder Gewicht einer Volumen-Einheit (1 Kubikmeter).

Satz I. — Bei der Ermittelung des specifischen Gewichts der gasförmigen, flüssigen und festen Körper ist die Einheit des Volumens ein Kubikmeter; die Einheit des Gewichts ist ein Kilogramm, oder das Gewicht eines Kubikdecimeters Wasser: ein Kubikmeter Wasser wiegt also 1000 Kilogramm oder eine Tonne. — Die folgenden Zahlen gelten für die gewöhnliche Temperatur der Atmosphäre.

1) Gase (1 Kubikmeter).

	Kilogramm.
Ammoniak	0,775
Chlor	3,210
Cyan	2,347
Dampf von absolutem Alkohol	2,096
Dampf von Wasser	0,810
» » Schwefeläther	3,395
Dampf von Terpentinöl	6,512
Kohlenoxyd	1,243
Luft, atmosphärische	1,299
Oelbildendes Gas	1,270
Säure, Chlorwasserstoff	1,621
» Kohlen	1,980
» schwefliche	2,840
Sauerstoff	1,432

	Kilogramm.
Stickstoff	1,267
Stickstoffoxyd	1,350
Stickstoffoxydul	1,980
Wasserstoff	0,089
» Kohlen-	0,729
» Phosphor-	1,130

2) Flüssigkeiten (1 Kubikmeter.)

Alkohol im Handel	800
» rectificirter	750
Ammoniak, aufgelöstes	850
Bier	1020
Bitumen, flüssiges oder Naphta	840
Branntwein	940
Brom	9260
Chloroform	1480
Essig	1020
Milch	1030
Oel, Mohn	930
» Oliven	910
Quecksilber	13600
Säure, Chlorwasserstoff-	1190
» Kohlen- flüssige	
» Salpeter-	1510
» concentrirte Schwefel-	1840
» verdünnte Schwefel-	1500
Schwefeläther	700
Schwefelkohlenstoff	1300
Wasser, Brunnen-	1010
» aus dem todten Meer	1200
» Meer-	1030
» Regen- (destillirtes Wasser)	1000
» oxygenirtes	1450
Wein, Bordeaux	990
» Burgunder	920
» Champagner	960
» Madera	1030

3) Vegetabilien (1 Kubikmeter).

Holz.

	Kilogramm.
Acazien	790
Acajou	950
Ahorn	800
Apfelbaum	700
Birken	700
Birnbaum	600
Buchen	650
Buchs	950
Cedern	1000
Ebenholz	1100
Eichen, grün	1100
» trocken	850
Erlen	700
Eschen	780
Fichten	810
Granatbaum	1600
Hainbuche	760
Kastanienbaum (Ross-)	690
» (zahm)	600
Kirschenbaum	720
Kohle von Holz nach dem Hektoliter gemessen	330
Linden	600
Maulbeerbaum	900
Mispelbaum	650
Nussbaum	690
Olivenbaum	920
Orangenbaum	750
Pappel	500
Pflaumenbaum	500
Platane	660
Rebe	1300
Saalweide	580
Tanne, rothe	650
» weisse	490
Ulme	800
Weide	550

Verschiedene organische Substanzen.

Butter	940
Cautchouc	900
Fett	900
Hafer	470
Harz	1100
Holz, fossiles	1170
Kampfer	900
Kartoffeln	940
Kleie	220
Kerne	600
Lignit	1270

	Kilogramm.
Lohe	350
Mehl	1030
Reps	650
Roggen	740
Seil	900
Talg	950
Torf, feucht	790
» trocken	510
Wachs, weisses	970
Zucker	1600

4) Mineralien (1 Kubikmeter).

Alabaster	2500
Alaun	1700
Alaunerde	3900
Anthracit	1800
Arsenik	5700
Asbest	1500
Asphalt	1340
Basalt	3000
Beton	2470
Bor	2300
Borax	1700
Brom	2959
Cement	1659
Coaks nach dem Hektoliter gemessen	459
Eis	950
Elfenbein	1820
Erde, Damm-	830
» fette, mit Steinen vermischte	2250
» gebrannte	1200
» Haide-	650
» schwere	1360
» steinige	1900
» Töpfer-	1240
» vegetabilische	1250
Felsen	1800
» sehr harter	2600
Flussspath	3200
Glas-Flaschen	2730
» -Fenster	2640
Glimmer	2800
Granit	2800
Gyps (Stein)	2200

	Kilogramm.
Gyps, gemahlen	2000
» gesiebt	1200
» nass angerührt	1580
» trocken angerührt	1400
Hammerschlag	1450
Jod	4450
Kalk, ätzender	850
» gelöschter	1350
Kalkstein, compacter	2400
» weicher	2150
Kiesel	1450
Knochen	1600
Kohlenstoff (Diamant)	3500
Koralle	2700
Kreide	1250
Krystall	2400
Lava	2200
Marmor	2700
Mauerwerk, glattes	1880
» von Bruchsteinen	2240
» von Ziegeln	1880
Mergel	1600
Mörtel	2000
Perlen	2690
Phosphor	1800
Porphyr, rother	2800
Porzellan	2400
Pulver, Schiess-	860
» Spreng-	900
Puzzolane	1150
Quarz, compacter	2500
» für Mühlsteine, compacter	2250
» für Mühlsteine, poröser	1250
» Pudding-	2900
Rubin (Edelstein)	4000
Salpeter	1900
Salz	1900
Sand, feiner, feuchter	1900
» » trockner	1400
» Fluss-	1800
» thonhaltiger	1750
Sandstein zum Bauen	1900
» zum Pflästern	2410

	Kilogramm.
Schieferstein	2500
Schlacke	1450
Schlamm	1640
Schwefel	2090
Selen	1010
Serpentin	2800
Stein, Bims-	60
» Bruchsteine bei Paris	2100
» Gyps-	2200
» Mühl-	2480
» weicher	1100
Steinkohle, compacte	1300
» nach dem Hektoliter gemessen	800
Steinsoda	1380
Talk	2600
Tellur	6120
Thon	1700
» mit Tuf gemengt	1980
Trass von Andernach	1050
Trippel	1850
Tuf, vulkanischer	1350
Ziegel	1200

5) Metalle (1 Kubikmeter).

	Kilogramm.
Aluminium	2560
Antimon, geschmolzen	6710
Barium	6000
Blei	11330
Bronze	8700
Calcium	1580
Chrom	5900
Eisen in Barren	7780
» geschmiedet	7790
» geschmolzen	7200
Eisen, Guss-, graues	7200
» » schwarzes	7260
» » weisses	7500
Glucinium	5000
Gold, geschmiedet	19350
» geschmolzen	19260
» der französischen Münzen	17700
Iridium	17000
Kalium	870
Kobalt	7800
Kupfer, geschmolzen	7780
» gezogen	8540
Lithium	5900
Magnesium	4000
Mangan	8000
Messing, geschmolzen	10600
» gezogen	8560
» (andere Mischung)	10600
Natrium	970
Nikel	8280
Platin, geschmiedet	20340
» gewalzt	22070
» gezogen	21040
Quecksilber	13600
Silber, geschmolzen	10800
» geschmiedet	10370
Stahl, nicht gehärtet	7830
» gehärtet	7810
Strontium	2540
Titan	5300
Wismuth	9800
Zink	7140
Zinn, gewöhnliches, geschmolzen	7900
Zinn, reines, geschmolzen	7290

Satz II. — Bei der Ermittelung obiger Vergleichungs-Zahlen der Dichtigkeiten hat man als Gewichts-Einheit ein Kilogramm angenommen. Bei der gewöhnlichen Ermittelung der specifischen Gewichte der Gase oder Dämpfe nimmt man die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft als Einheit oder als Vergleichungs-Massstab gleich 1000 an.

Die Gase oder Dämpfe haben bei einem Atmosphärendruck von $0^m,76$ Quecksilberhöhe folgende Dichtigkeit:

Volumen mit der Luft verglichen.

	Gewichts-Einheiten.		Gewichts-Einheiten.
Aether, Essig-	3070	Kohlenoxyd	960
„ Salpeter-	2630	Luft, atmosphärische	1000
„ Salz-	2210	Sauerstoff	1110
„ Schwefel-	2580	Säure, Ameisen-	1230
Ammoniak	600	„ Chlorwasserstoff-	1250
Chlor	2470	„ Cyanwasserstoff-	950
Cyan	1810	„ Kohlen-	1530
Dampf, Alkohol-	1610	„ Salpetrige	3180
„ Jod-	8710	„ Schwefelige	2230
„ Kampfer-	5460	Stickstoff	970
„ Naphtha-	4540	Stickstoffoxyd	1040
„ Phosphor-	4350	Stickstoffoxydul	1520
„ Quecksilber-	6970	Wasserstoff	68,8
„ Schwefel-	6610	„ Arsenik-	2690
„ Schwefelkohlenstoff-	2640	„ Kohlen- der	
„ Terpentinöl-	4760	„ Sümpfe	560
„ Wasser-	620	„ Phosphor-	1690

Satz III. — Bei obigen Ermittelungen der Dichtigkeiten der Luft und des Wasserdampfes hat man die gewöhnliche Temperatur und den gewöhnlichen Druck angenommen. Die Berechnung der Dichtigkeiten bei irgend einer andern Temperatur und anderem Druck kann nach folgenden Formeln angestellt werden:

Die Dichtigkeit der Luft oder das Gewicht eines Kubikmeters in Kilogrammen ist:

$$a = \frac{1,26\ p}{1 + 0,004\ t}$$

Die Dichtigkeit des Wasserdampfes:

$$a' = \frac{0,78\ p}{1 + 0,004\ t}$$

(p ist der Druck und t die Temperatur).

Diese Formel gibt auch das Volumen, wenn das Gewicht gegeben ist.

Satz IV. — Diese Zusammenstellung der specifischen Gewichte dient zur Berechnung der wirklichen Gewichte

aller Körper, wenn ihr Volumen gegeben ist. Zum Beispiele:

Man soll das Gewicht eines laufenden Meters Bleiröhren von 0^m,05 innerem Durchmesser und 0^m,004 Dicke berechnen.

Das Volumen des Cylinders oder der massiven Röhre ist 1 Meter Höhe $\times x \pi r^2$

$r = 0{,}05 + 0{,}004 = 0{,}054$; $\pi r^2 = 0{,}002916 \times 3{,}14 = 0{,}00915624$ (Volumen des massiven Cylinders).

Das hohle Volumen = 0,00785 Kubikmeter
Rest = 0,0013 Kubikmeter.

Das Gewicht des Kubikmeters Blei ist 11,330 Kilogramme, welches mit dem Volumen der Röhre multiplicirt, 14 Kilo. 79 für das Gewicht des laufenden Meters gibt.

Nach diesem einfachen Beispiele ist es leicht die Tafeln zu berechnen, die man nöthig haben kann.

Messen der Wärmegrade.

Erklärung. — Die höhere Temperatur, bei welcher die Metalle schmelzen, werden mit Pyrometern gemessen; diese Instrumente gründen sich auf die Verminderung des Volumens des Thones, wenn derselbe hohen Hitzgraden ausgesetzt wird.

Die gewöhnlichen Temperaturen, deren wir täglich bedürfen, werden mit Quecksilber-Thermometern gemessen, welche wenig Raum einnehmen, oder mit solchen, die mit gefärbtem Alkohol gefüllt werden und sehr lang sind, aber die Unterschiede bemerkbarer angeben.

Bezüglich der Eintheilung des Massstabes oder der Scala gibt es 3 Arten von Thermometern:

1) Der 100-gradige oder der von Celsius, dessen 0 Punkt der Temperatur des schmelzenden Eises und dessen Punkt 100 jener des kochenden Wassers entspricht;

2) der Thermometer von Réaumur oder der 80-gradige, dessen 0 Punkt der des schmelzenden Eises und dessen Punkt 80 der des kochenden Wassers ist;

3) der Thermometer von Fahrenheit oder 212-gradige,

dessen 0 Punkt der des gefrierenden Quecksilbers und dessen Punkt 180 der des kochenden Wassers ist.

Satz I. — Schon aus diesen Erklärungen ergibt sich:

1) dass ein Grad der 100-grädigen Scala = 0,80 Réaumur = 1,80 Fahrenheit ist;

2) dass ein Grad Réaumur = 1,25 100grädiger Scala 2,25 Fahrenheit ist;

3) dass ein Grad Fahrenheit = 0,555 Celsius (100-grädige Scala) = 0,444 Réaumur ist.

Satz II. — Um die Aufstellung von thermometrischen Verwandlungstafeln zu erleichtern, habe ich die äussersten Punkte der verschiedenen Scalen in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle der verschiedenen Thermometer-Grade:

Celsius	Réaumur	Fahrenheit
+ 100	+ 80	+ 212
+ 10	+ 8	+ 50
+ 1	+ 0,8	+ 33,8
0	0	+ 32
— 1	— 0,8	+ 32,2
— 10	— 8	+ 14
— 17,77	— 14,22	0
— 100	— 80	— 148.

Für wichtige Arbeiten ist es immer besser sich die Tafeln selbst aufzustellen, als sich nach gedruckten Tabellen zu richten, bei welchen der Operateur nie von der Richtigkeit seiner Arbeit überzeugt ist. Diese Art von Tafeln sollten nur als Mittel der Controle dienen.

Satz III. — Zum Zwecke der gebräuchlichen Anwendung der Wärmemessung gebe ich die Ausdehnungs- und Schmelzungsgrade der Körper an und bemerke dabei, dass die Ausdehnung mit der Temperatur zunimmt und dass diese Zunahme gegen den Moment der Schmelzung hin merklich wird. Es sind über diesen Gegenstand viele Versuche angestellt worden, deren Resultate aber nicht miteinander übereinstimmen. Die Gase oder luftförmigen

Flüssigkeiten machen allein eine Ausnahme; ihre kubische Ausdehnung ist für jeden Thermometergrad merklich gleich. — Die kubische Ausdehnung ist merklich gleich 3mal der Längenausdehnung.

Zusammenstellung der Ausdehnungscoefficienten der verschiedenen Körper in Decimalbrüchen von einem 100-theiligen Grad.

Alkohol	0,11330	Oel fixes	0,01110
Blei	0,00284	» Terpentin	0,00800
Eisen geschmiedet	0,00122	Platin	0,00080
» gezog. o. gewalzt	0,00123	Quecksilber	0,01802
» Guss-	0,00100	Silber	0,00199
Gold	0,00151	Stahl, nicht gehärtet	0,00108
Glas	0,00080	» gehärtet	0,00124
Kupfer	0,00171	Wasser	0,04500
Luft, alle Gase	0,36650	» Meer-	0,05500
Messing	0,00187	Zink	0,00310
		Zinn	0,00220

Schmelzpunkt in Centesimalgraden der verschiedenen Körper.

Antimon	430	Phosphor	40
Blei	330	Quecksilber	— 39
Bronze	900	Schwefel	110
Eis	0	Silber	1030
Eisen, geschmiedetes	2100	Stahl	1400
» weiches	2000	Verbindung von Zinn und Blei	194
» Guss- graues	1200	Verbindung von Zinn und Wismuth	140
» » weisses	1100	Wismuth	230
Gold	1250	Zink	360
Kalium	60	Zinn	230
Kupfer	1090		
Natrium	90		
Oel	— 10		

Wärmeerzeugung.

Erklärung. — Die **specifische Wärme** oder die **Wärmecapacität** ist die Eigenschaft der Körper verschiedene Wärmemengen bei derselben Temperatur-Veränderung zu absorbiren oder auszuscheiden.

Die **patente Wärme** ist diejenige Wärme, deren Grade gemessen werden können. — Dieser Ausdruck ist dem Ausdruck **latente Wärme** entgegengesetzt, welcher die Wärmemenge ist, die (ohne merkbare Temperatur-

Zunahme) von dem Körper absorbirt wird, wenn er von dem festen in den flüssigen Zustand übergeht; wie das Eis, welches sich in Wasser verwandelt, das Wasser, welches sich in Dampf verwandelt.

Die Wärmeeinheit oder Calorie ist die Wärmemenge, welche nöthig ist um die Temperatur eines Liters oder Kilogrammes Wasser um einen Centesimalgrad zu erhöhen. (In 30 Litern oder Kilogrammen Wasser von 135 Grad Wärme sind 30 × 135 oder 4050 Wärmeeinheiten enthalten.)

Satz I. — In den folgenden beiden Tabellen ist die Bestimmung der Wärme erzeugenden Kraft (Heitzkraft) der verschiedenen Brennmaterialien zusammengestellt. Die erste dient zur Ermittelung der Wärmeeinheiten nach dem Gewicht; die zweite, welche nur auf die verschiedenen Holzgattungen anwendbar ist, gibt diese Ermittelungen nach dem Stère. Die folgenden Ziffern sind jedoch nicht absolut, sie dienen nur als Vergleichungsmassstab und zu annähernden Berechnungen.

(I) Zusammenstellung der Wärmemengen (Einheiten), welche von einem Kilogramm der folgenden Brennmaterialien entwickelt werden:

Aether, Schwefel-	8130
Alkohol	6190
Coaks, reine	7050
Gas, ölbildendes	6830
Holz, lufttrocken	2900
» im Ofen getrocknet	3600
(das Holz enthält im gewöhnlichen Zustand fast 30 Procent Feuchtigkeit)	
Kohle von gewöhnlichem Holz	6000
» » trockenem Holz	7000
» » Torf	5800
Kohlenoxyd	1940
Kohlenstoff (in den Zustand von Kohlenoxyd übergehend)	7170
Naphta	7330
Oel, Oliven-	9000
» Rüb-	9300
» Terpentin-	4660
Steinkohle, erster Qualität	7050
» zweiter Qualität	6400
» dritter Qualität	5900

Torf auserlesen 3000
» ordinär 1500
Wachs, gelbes 9370
» weisses 10340
Wasserstoff 34700
„ Kohlen- 6620

(II) Zusammenstellung der Wärmemengen (in Wärme-Einheiten), welche von einem Stère der verschiedenen Holzarten entwickelt werden:

Holz-Gattung	Kohle, welche in einem Stère enthalten ist	Wasserstoff, in einem Stère enthalten	Wärme-Kraft eines Stères	Aschen-Menge, welche von 1,000 Kilog. erhalten wird
Birke	170	3,60	1,520,000	10
Buche	190	2,60	1,600,000	30
Eiche	180	2,60	1,550,000	25
Erle	150	3,00	1,300,000	20
Fichte	140	2,60	1,300,000	7
Hainbuche . .	180	2,50	1,570,000	26
Tanne	160	3,00	1,400,000	8

Dampferzeugung.

Erklärung. — Der Wasserdampf entsteht durch Kochen des Wassers bei 100 Grad und durch Verdampfung oder freiwillige Entwicklung bei Temperaturen unter 100 Graden (Kochpunkt).

Der gesättigte Dampf ist derjenige Dampf, welcher durch seine Spannung einer neuen Dampferzeugung das Gleichgewicht hält; wenn man ihn zusammenpresst, so verwandelt sich ein Theil davon in Wasser; es findet Condensirung statt; wenn man ihn entweichen lässt, so fängt das Kochen des Wassers von neuem an, und mit demselben bildet sich neuer Dampf. Auf diesen gesättigten Dampf, welcher bei Maschinen Anwendung findet, wendet

man die Benennung elastische Kraft des Dampfes an. Die Temperatur des Dampfes bei der Sättigung ist gleich jener der Flüssigkeit.

Die Bedingungen der Erzeugung des Dampfes für den industriellen Gebrauch und als bewegende Kraft sind gewissen physikalischen und ökonomischen Regeln unterworfen, welche in folgenden 3 Sätzen zusammengefasst werden können.

Satz I. — Das Verhältniss zwischen der Spannung und der Temperatur des Dampfes in einem Dampfkessel wird durch folgende Formel bestimmt, vermittelst welcher man eine Tabelle anfertigen kann.

Der Druck auf einen Quadratcentimeter Fläche in Atmosphären ausgedrückt $= (0,29 + 0,007t)^5$.

(t ist die Temperatur in Centesimalgraden; wenn man p mit 1,03 multiplicirt erhält man den Druck in Kilogrammen.)

Zu grösserer Leichtigkeit geben wir folgende Punkte an, nach welchen man sich zurecht finden kann:

Temperaturen in Centesimalgraden	Gewichte in Kilogrammen von einem Kubikmeter Dampf	Elastische Kraft des Dampfes in Atmosphärendruck
80	0,3	0,5
100	0,6	1,0
120	1,1	2,0
130	1,5	2,6
140	1,9	3,6
150	2,5	4,7
160	3,2	6,1
170	4,0	7,9
180	4,9	9,9

Zur Erklärung obiger Zahlen dient noch folgendes: Die Elasticität des Dampfes ist gleich der Einheit oder dem atmosphärischen Druck in dem Augenblick, wo der Dampf sich bildet, das heisst in dem Augenblik, wo das kochende Wasser auf 100 Grade erhitzt ist. Das Wasser, das Eis selbst, verdampft bei allen Temperaturen; bei 0 Grad hat der Dampf nur eine Spannung von 0,006 des atmosphärischen Drucks; bei minus 20 Grad sinkt seine

Spannung auf 0,001. — Interessanter aber als die niederen Temperaturen sind für unseren Zweck die höheren Temperaturen, welchen der Dampf in den Dampfkesseln ausgesetzt wird. Bei 200 Graden würde die Elasticität 15mal so gross seyn als der atmosphärische Druck. — Um diese Zunahme verständlicher zu machen, darf man dieselbe nur in Quecksilberhöhen verwandeln; eine Atmosphäre hält $0^{m},76$ das Gleichgewicht, diese 15 Atmosphären sind also einer Quecksilbersäule von $11^{m},40$ gleich; eine Atmosphäre übt aber einen Druck von 1,03 Kilogrammen auf einen Quadratcentimeter aus; $15 \times 1{,}03 = 15{,}453$ Kilogrammen stellen also den Dampfdruck bei 200 Grad Wärme auf einen Quadratcentimeter des Dampfkessels vor.

Hieraus ersieht man, dass, wenn die Temperatur des Dampfes bekannt ist, die Elasticitätskraft daraus hergeleitet werden kann. Auf diesen Umstand beruht die Theorie des Thermomanometers, wie wir in dem letzten Capitel sehen werden, wo von den Manometern die Rede sein wird.

Satz II. — Die Dampferzeugung wird nach folgenden Formeln berechnet:

1) Die Wärmemenge (Q), welche in einem gegebenen Gewicht Dampf (p) bei der Temperatur (t in Centesimalgraden) enthalten ist, ist $Q = p\ (550 + t)$ Wärme-Einheiten.

2) Die Menge (Q') Brennmaterial, welche nöthig ist, um ein gegebenes Dampfgewicht (p) zu erhalten, oder um dasselbe Gewicht Wasser (p) in Dampf von einer gegebenen Temperatur zu verwandeln ist

$$Q' = \frac{p}{n}\ (500 + t') \text{ Kilogramme}$$

(t' ist der Temperaturunterschied zwischen dem zu verdampfenden Wasser und dem zu erzeugenden Dampf; n die Anzahl der Wärmeeinheiten, welche ein Kilogramm bestimmtes Brennmaterial in einem gewöhnlichen Feuerheerd erzeugt.)

3) Die nöthige Wassermenge (p) von der Temperatur (t), welche man zu einem Gewicht (p') Dampf von der Temperatur (t') hinzusetzen muss, damit die Mischung die Temperatur (t'') erhalte

$$p = \frac{p' \,(555 + t' + t'')}{t'' - t}$$

4) Die nöthige Dampfmenge, um die Temperatur des Wassers zu erhöhen, ergibt sich aus der Formel (3); diese Menge

$$p' = \frac{p\,(t'' - t)}{550 + t' + t''}$$

Satz III. — In der Praxis ist es nöthig die Dampf-Menge zu kennen, welche ein Kilogramm Brennmaterial erzeugen kann, und die Luftmenge zu wissen, welche nöthig ist diese Verbrennung zu bewerkstelligen. Die durch Versuche ermittelten Angaben, welche hierauf Bezug haben, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Gattung des Brennmaterials (1 Kilogramm)	Dampf, welcher durch 1 Kilogr. Brennmaterial erzeugt wird und Volumen Luft, welche nöthig ist um 1 Kilogramm zu verbrennen	
	Kilogramme	Kubikmeter
Eichenholz	2,5	8
Tannenholz	2,7	6
Holzkohle	6,0	16
Koaks	5,0	15
Steinkohle bröckliche	4,0	16
» fette	6,0	18
Braunkohle	3,5	17
Torf	3,0	9

Physische Eigenschaften der Bausteine.

Erklärung. — Die Steine oder Mineralien umfassen:

1) Die Erze, aus welchen man die Metalle zieht;

2) die Edelsteine und die gewöhnlich krystallisirten Mineralien, welche keine Verwendung haben;

3) die gemeinen Steine oder Bausteine;
4) den Sand, den Thon, den Asphalt.

Bei dem Bauen haben wir uns nur mit diesen beiden letzten Classen zu beschäftigen.

Satz I. — Man theilt gemeinlich die Steine entweder nach ihrer chemischen Zusammensetzung, wie wir später sehen werden, in kalkhaltige und kieselhaltige Steine, oder nach ihren physischen Eigenschaften in harte und weiche Steine ein. — In Bezug auf ihre Textur nimmt man bei diesen Steinen eine unendliche Menge von Verschiedenheiten an: die sehr harten Steine, welche den Stahl ritzen und mit demselben Funken geben; die körnigen oder oolithischen (Erbsensteine), welche aus sehr grossen Körnern bestehen, die durch eine Art Kitt verbunden sind; die schieferartigen Steine werden blätterig genannt, wenn sie aus kleinen oder grossen Platten bestehen; die krystallinischen oder granitartigen Steine enthalten deutliche Krystalle; die zuckerartigen Steine gleichen in Bezug auf ihre Bildung dem Zucker; es gibt auch erdige und kreidige Steine.

Folgendes ist eine Zusammenstellung der gebräuchlichsten Steine nach ihrer mineralogischen Ordnung:

1) Die harten Kalksteine oder kieselhaltigen Kalksteine werden mit der Säge und Wasser geschnitten. Die in der Umgegend von Paris vorkommenden Arten werden mit den Namen le liais, le cliquart, la roche und le banc-franc bezeichnet.

2) Die weichen Kalksteine oder Muschelkalksteine werden trocken und mit der Säge geschnitten; bei Paris finden sich: la lambourde, le Saint-Leu, le vergelet; sie werden an der Luft hart. Die Kalksteine, welche weich bleiben, werden nicht als Bausteine verwendet; man bedient sich derselben zum Kalkbrennen: die Kreide, der grobe Kalkstein.

3) Die Marmorsteine bestehen aus 5 Hauptarten: der einfache Marmor mit einer einzigen Farbe, der Bildhauermarmor aus Italien; der schwarze und weisse gea-

derte Marmor aus Belgien; der Trümmermarmor, welcher eckige Stücke von verschiedenen Farben, in der Masse eingeschlossen, enthält. — Der zusammengesetzte Marmor, welcher ausser dem Kalk noch Glimmer enthält. — Der Lumachello-Marmor, welcher Muscheln enthält.

4) Die Kieselsteine, Kiesel, sind abgerundete, oder nierenförmige Stücke Quarz.

5) Die Mühlstein-Quarze bestehen aus sehr harten Quarztrümmern; man bedient sich derselben als Steine für die Mahlmühlen; daher ihr Name. Es sind vortreffliche Bausteine; sie verbinden sich mit dem Mörtel, welcher sich in die zahlreichen Höhlungen setzt, von welchen sie durchdrungen sind. Die Schrotten oder Stücke dieser Steine werden zum Beton und zur Ueberführung der Strassen verwendet.

6) Die Schiefersteine bestehen aus Silikaten von Thonerde und Eisenoxyden; sie dienen als Bausteine. Die Thonschiefer, welche Eisenkiese enthalten, bilden die Dachschiefer, von welchen die besten 3 Millimeter Dicke haben.

7) Der Sandstein wird durch Körner von Kiesel oder Quarz gebildet, welche durch einen Thonkitt verbunden sind. Man unterscheidet den alten rothen Sandstein, welcher Glimmer enthält; der kohlige Sandstein zeigt Spuren von Steinkohlen; man findet auch den quarzigen, den kalkigen und den thonigen Sandstein. Wenn diese Sandsteine Kieselsteine einschliessen, nennt man sie Puddingsteine. Die Sandsteine sind durch Eisenoxyde gefärbt.

8) Der Granit ist ein krystallinisches Gestein, eine sehr sichtbare Mengung von Quarz, Feldspath und Glimmer. Dieses ist der härteste Stein; er ist es weniger, wenn der Glimmer vorherrscht, und erhält alsdann den Namen Gneiss.

9) Der Serpentinstein ist eine Mengung von Silikat und Hydrat von Magnesie; man verwendet ihn im Innern der Gebäude.

10) Die Feldspath-Steine sind einfache Silikate, wie der Porphyr, der Sienit; diese Steine sind die dauerhaftesten, aber schwierig zu behauen. Im Alterthum wurden sie behauen, heutzutage verwendet man sie nur zum Pflästern.

11) Die vulkanischen Steine zeigen Spuren von Schmelzung; diese sind die Basalte, die Trachite, die Laven und die Bimssteine. Die compacten Arten werden zu Grenzsteinen, Abweissteinen und Pflastersteinen verwendet. Die weichen Arten werden gepulvert; sie dienen zur Fabrikation des hydraulischen Kalkes unter dem Namen natürliche Puzzolanen; in der Abhandlung über die Mörtel wird von den künstlichen Puzzolanen die Rede sein.

12) Das Bitumen findet sich in der Natur im festen oder flüssigen Zustand; der Asphalt ist fest. Man wendet diese Stoffe mit Sand oder Kiesel vermischt an und macht daraus eine Art Beton. Das Bitumen erleidet durch die Kälte eine starke Zusammenziehung.

Satz II. — Die Bausteine müssen 3 wesentlichen Bedingungen entsprechen: sie müssen sich in grossen Massen vorfinden, leicht ohne zu viele Kosten gebrochen und behauen werden können; endlich müssen sie dem Druck und der Zersetzung durch atmosphärische Einflüsse widerstehen. Die Leichtigkeit der Ausbeutung kann man durch Untersuchung der Steinbrüche kennen lernen, der Widerstandsgrad ergibt sich aus der Analogie ähnlicher Fälle oder aus direkten Versuchen.

Aber, um die Steine von guter Beschaffenheit von jenen unterscheiden zu können, welche ein schlechtes Mauerwerk liefern würden, muss man diese letzteren unterscheiden können; sie haben nämlich Adern oder Nieren, oder Nester; es sind dieses Risse oder Höhlungen, welche mit einem weniger harten und unzusammenhängenden Stoffe ausgefüllt sind; wenn diese Adern oder Nester aber härter als der Stein sind, heissen sie Nägel, und haben sodann einen andern Nachtheil: die Schwierigkeit des Behauens

wird nämlich alsdann fast unübersteiglich. — Wenn diese Risse oder Höhlungen mit fremdartigen pulverigen oder erdigen Stoffen ausgefüllt sind, so entleert man sie und füllt sie sodann mit Kitt aus. Die Kalksteine haben oft auf einer ihrer Flächen eine Kruste ohne Zusammenhang, welche man Rinde heisst; diese Steine müssen immer bis auf das feste Gestein von der Rinde befreit werden. — Die Steine, welche nicht auf das Lager gelegt werden, spalten sich; die Lager des Steines sind die parallelen und horizontalen Schichten; es geschieht häufig, dass der Stein umgekehrt und aufrecht gestellt wird; es sollte dieses aber immer verboten werden.

Der fehlerhafte Theil der Hausteine kann hinweggenommen werden; die so auf eine kleinere Dimension gebrachten Steine sind jedoch nur noch Bruchsteine, mit welchen man gewöhnliches Mauerwerk aufführt.

Ein Stein, welcher während der schlechten Jahreszeit gebrochen wurde, welcher nicht ausgetrocknet ist, und seine aus dem Steinbruch herrührende Feuchtigkeit nicht verloren hat, ist im Allgemeinen ein schlechter Stein. — Endlich, sind noch die eisklüftigen Steine übrig, welche die schlechtesten sind; wir wollen sie untersuchen.

Satz III. — Der Frost übt auf gewisse Steine einen zerstörenden Einfluss aus; sie blättern sich namentlich an den Ecken und Kanten ab; diese Steine, eisklüftige Steine genannt, saugen das Wasser der Atmosphäre auf, welches beim Gefrieren ihre kleinsten Theilchen trennt. Es ist desshalb klug diese Steine zu verwerfen, sobald man an ihnen diese Eigenschaft erkannt hat. Man probirt sie, indem man Würfel der verdächtigen Steine in eine Auflösung von schwefelsaurem Natron (Glaubersalz) taucht; dieses Salz wird eingesaugt. Wenn man sodann den Stein der Luft aussetzt, so trennt sich das Salz und wittert auf der Oberfläche als Anflug wie Höhlensalpeter aus. Man sammelt diese Auswitterungen, welche, wenn sie steinige Materie enthalten, den Stein natürlicher Weise

zersprengt haben müssen, genau so wie es das gefrorne Wasser gethan haben würde. — Diese Methode ersetzt den direkten Versuch: Steinproben im Sommer in das Wasser zu legen und im Winter dem Frost auszusetzen.

Physische Eigenschaften des Bauholzes.

Erklärung. — Die zum Bauen verwendeten Hölzer bilden Theile der Gebäude und Maschinen, oder dienen als Hülfsmittel bei der Ausführung zu Gerüsten, Dienstbrücken und Abdämmungen.

Satz I. — Nach diesen verschiedenen Gebrauchszwecken können die Hölzer folgendermassen eingetheilt werden:

1) Die Eiche, die Pappel, die Fichte, die Tanne für Zimmerwerke; 2) die Hainbuche, die Ulme, die Esche, der Nussbaum, der Teakbaum für Chaisen und Wagner-Arbeiten; 3) die Eiche, der Nussbaum, der Acajoubaum, der Citronenbaum, der Ahorn, die Platane, der Olivenbaum für Kunstschreinerei; 4) die Eiche, die Pappel, die Tanne, die Saalweide, die Platane, die Acazie für Schreinerarbeit; 5) der Spierlingsbaum, die Buche, die Stechpalme, der Buchs, der Kastanienbaum, der Apfelbaum für Werkzeuge; 6) die Hainbuche, der Spierlingsbaum, der Birnbaum, der Apfelbaum für Räderverzahnungen; 7) der Spierlingsbaum, der Quajacbaum für Lager; 8) der Kastanienbaum, die Erle, die Buche, die Cypresse, die Esche für Röhren und Pumpen.

Satz II. — Damit die Hölzer für gut erkannt werden, dürfen sie keine Fehler haben. Die hauptsächlichsten Fehler sind: 1) die Astlöcher, welche von dem Verlust der Aeste herrühren; 2) der Splint, der unzeitiges Holz ist; 3) die vorgeschrittene Fäulniss; 4) die Schwämme und Moose, welche einen abgestorbenen Baum anzeigen; 5) der Krebs oder die Geschwüre,

Höhlungen, aus welchen ein rothes Wasser schwitzt; 6) die Narben, welche von Verwundungen der Rinde herrühren; 7) der Saftfluss, welcher durch Risse verursacht wird; 8) die Auswüchse, welche durch Ueberfluss an holziger Materie entstehen; 9) die Wahnkanten oder Hohlstellen rühren von der Krümmung des Baumes her; 10) die Eisklüfte sind Spalten in der Richtung des Radius, welche durch den Frost entstehen; 11) die Wurmstiche werden durch die Holzwürmer erzeugt; 12) die Aeste im Holze rühren von den Aesten des Baumes her, sie machen das Holz schwer zu bearbeiten; 13) die widerlaufenden Fasern sind Fasern, deren natürliche Lage gestört wurde; 14) das kernfaule Holz ist Holz, welches auf dem Stamm verfault ist; 15) die Ringschäle sind concentrische Spalten, welche die Jahres-Ringe von einander trennen; 16) endlich können noch die Fasern durch die Aeste eine andere Richtung erhalten haben.

Wenn die fehlerhaften Stellen eine grosse Ausdehnung haben, so muss das Holz ausgeschossen werden; wenn sie nicht tief sind, nimmt man sie hinweg und füllt die Höhlungen mit dicken Lagen Theer aus.

Von der Beschaffenheit der Metalle wird in dem Capitel die Rede seyn, welches für die Chemie bestimmt ist.

Capitel III.

Chemie.

Grundsätze.

Erklärung. — Die Chemie wird in zwei Theile getheilt: in die unorganische oder Mineralchemie, und in die organische Chemie oder Pflanzen- und Thierchemie. Bei dem Bau öffentlicher Arbeiten und Maschinen bedient

man sich fast ausschliesslich der Mineralchemie zur Untersuchung oder Zusammensetzung der Steine, der Metalle, der Wasser. Die Pflanzenchemie beschäftigt sich nur mit der Conserirung der Hölzer.

Satz I. — Die Chemie setzt die Körper zusammen oder zerlegt sie; sie verwendet zu diesem Zweck folgende Hülfsmittel: die Wärme, das Licht, die Electricität und die Reagentien, welche dazu dienen, sich von der Existenz eines bestimmten Körpers in einer gegebenen Zusammensetzung zu überzeugen. Es existirt ausserdem noch eine chemische Kraft, welche noch wenig gekannt ist und mit dem geheimnissvollen Namen Wirkung der Anwesenheit oder katalytische Wirkung bezeichnet wird: ein Platinschwamm, welcher vor einen Strahl Wasserstoffgas gehalten wird, veranlasst durch seine blosse Anwesenheit die Verbindung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff der Luft und bildet Wasser. Diese Verbindung findet unter Wärme-Entwicklung statt.

Satz II. — Die natürliche Kraft, welche die Molecule der Körper mit einander verbindet heisst Cohäsion. Die Kraft, welche die Elemente besitzen, sich zu vereinigen und zusammengesetzte Körper zu bilden, ist die chemische Affinität; sie kann nur zusammengesetzte Körper bilden, denn die Natur allein bringt die einfachen Körper hervor. Durch einen chemischen oder mechanischen Prozess einen einfachen Körper zu erzeugen ist das unlösbare Problem der Auffindung des Steines der Weisen, welches sich die Chemiker der vergangenen Jahrhunderte oder die Alchimisten gestellt hatten. — Dieses Zusammensetzen der Körper darf nicht mit dem Mischen verwechselt werden.

Das Mischen kommt häufig bei den chemischen Operationen vor; es ist dieses die mechanische Vereinigung der Körper, bei welcher sie ihre Natur nicht verändern: Mischen von Wasser und Zucker. — Wenn die Körper ihre Natur verändern, so nimmt diese Mischung den

Namen chemische Verbindung an: Kalkhydrat oder Verbindung von Wasser mit Kalk.

Satz III. — Vor Alters nahm man nur 3 einfache Körper oder Elemente an: das Salz, das Oel und den Geist; später fügte man das Wasser und die Erde hinzu, und verstand unter dem Wort Erde jeden festen Bestandtheil, welchen die Körper nach ihrer Verbrennung zurücklassen. — Diese Benennung wurde noch modificirt und ehe man zur neueren Chemie kam, nahm man 4 Elemente an: die Luft, das Wasser, die Erde und das Feuer. Gegenwärtig kennt man 62 einfache Körper, welche man in 2 Kategorien, die Metalloide und die Metalle eintheilt. Folgendes ist ein Verzeichniss derselben:

Nomenclatur der einfachen Körper:

(Metalloide)

Sauerstoff	Phosphor	Fluor
Wasserstoff	Chlor	Kohlenstoff
Stickstoff	Brom	Cyan
Schwefel	Jod	Bor
		Kiesel

(Metalle)

Kalium	Yttrium	Titan	Zinn
Natrium	Zirconium	Gold	Blei
Lithium	Thorium	Osmium	Cadmium
Ammonium	Selen	Iridium	Zink
Barium	Tellur	Platin	Nickel
Strontium	Arsenik	Palladium	Cobalt
Kalium	Chrom	Rhodium	Eisen
Magnesium	Vanadin	Silber	Mangan
Aluminium	Molybdän	Quecksilber	Cerium etc.
Beryllium	Wolfram	Kupfer	Zusammen 62.
Erbium	Antimon	Uran	
Didymium	Tantal	Wissmuth	

(Die metallischen Körper, welche nicht genannt sind, haben in praktischer Hinsicht keinen Werth; sie sind kaum bekannt.)

Dieses sind die Körper, aus denen die Natur, — welche die Menschen nachzuahmen gelernt haben, — die

zusammengesetzten Körper gebildet hat. Diese letzteren sind von einander verschieden, sobald ihre Elemente oder deren Verhältnisse nicht mehr dieselben sind. — Indessen gibt es isomere Körper, welche dieselben Substanzen in denselben Verhältnissen enthalten, welche aber dennoch durch ihre physischen und chemischen Eigenschaften von einander verschieden sind; wie der doppelt Kohlenwasserstoff und das feste Rosenöl.

Satz IV. — Die Metalloide vereinigen sich mit dem Sauerstoff und bilden Säuren. — Die Metalle vereinigen sich mit dem Sauerstoff und geben Oxyde, oder Alkalien, oder Basen, oder auch basische Körper. — Die Säuren mit den Oxyden oder Basen vereinigt bilden Salze, oder neutrale Körper. Zum Beispiel: der Sauerstoff, mit dem Schwefel vereinigt, bildet die Schwefelsäure, welche mit dem Oxyd des Calciums (dem Kalke) vereinigt ein Salz: den schwefelsauren Kalk (Gyps) bildet.

(Anmerkung. — Die Bemerkung, welche wir in Bezug auf Mangel an Präcision bei den Definitionen der Physik machten, findet auch auf die Chemie Anwendung; denn die Eintheilung der Körper in Metalloide und Metalle ist nicht streng: gewisse Metalloide, das Silizium unter andern, welches unter die Metalloide gerechnet wird, hat die Eigenschaften eines Metalls.)

Satz. V. — Die Zahlen, nach welchen die Verbindungen der einfachen Körper untereinander statt haben, heissen chemische Aequivalente. — Diese Aequivalente oder Proportionalzahlen sind wägbare Mengen und beziehen sich auf das Gewicht des Sauerstoffs als Einheit oder 100 angenommen.

Bezeichnung der einfachen Körper	Symbole oder charakteristische Zeichen	Chemische Aequivalente in Bezug auf den Sauerstoff	Bezeichnung der einfachen Körper	Symbole oder charakteristische Zeichen	Chemische Aequivalente in Bezug auf den Sauerstoff
Aluminium .	*Al.*	171	Lithium . .	*Li.*	80
Antimon . .	*Sb*	806	Magnesium .	*Mg.*	151
Arsenik . .	*As.*	937	Mangan . .	*Ma.*	344
Baryum . .	*Ba.*	858	Natrium . .	*Na.*	287
Blei	*Pb.*	1294	Nickel . . .	*Ni*	3697
Bor	*Bo.*	236	Phosphor . .	*Ph*	400
Brom . . .	*Br.*	978	Platin . . .	*Pl.*	1232
Calcium . .	*Ca.*	250	Quecksilber .	*Hg.*	1250
Chlor . . .	*Cl.*	443	Sauerstoff . .	*O*	100
Chrom . . .	*Cr.*	328	Schwefel . .	*S*	200
Cobalt . . .	*Co.*	369	Selen . . .	*Se.*	491
Eisen . . .	*Fe.*	350	Silber . . .	*Ag.*	1350
Fluor . . .	*Fl.*	239	Stickstoff . .	*Az.*	175
Gold . . .	*Au.*	1227	Strontium . .	*Sr.*	548
Jod	*Jo.*	1578	Tellur . . .	*Te.*	806
Kalium . . .	*K.*	490	Wasserstoff .	*H.*	12
Kieselerde .	*Si.*	266	Wismuth . .	*Bi.*	1330
Kohlenstoff .	*C.*	75	Zink . . .	*Zn.*	406
Kupfer . . .	*Cu.*	3956	Zinn . . .	*Sn.*	735

Verbindungen des Sauerstoffes.

Erklärung. — Der Sauerstoff erzeugt durch seine Verbindung mit den Körpern die Verbrennung. Die Flamme eines Körpers besteht aus mehreren Theilen: dem äusseren Theil, welcher oxydirend ist, und dem innern Theil, welcher desoxydirend wirkt. Auf dieser doppelten Eigenschaft beruhen die Löthrohrversuche, mit deren Hülfe man die Natur der Körper erkennen kann.

Als einfacher Körper betrachtet hat der Sauerstoff keine Verwendung. Wir werden ihn nur in seinen Beziehungen zu den andern Körpern betrachten, wenn er sich in der Form von Säuren oder Oxyden zeigt. In diesem Abschnitt führen wir seine Verbindung und seine Mischung mit dem Stickstoff an, woraus die Salpetersäure und die atmosphärische Luft entsteht.

Satz I. — Mit dem Stickstoff verbunden bildet der Sauerstoff die Salpetersäure, welche im reinen Zustand fest ist, und keine Verwendung hat; mit Wasser verdünnt bildet sie das Scheidewasser, und mit Baumwolle in Berührung gebracht, bildet sie das Pyroxilin oder die Schiessbaumwolle. Diese Säure findet sich in der Natur mit dem Kalium und Natron verbunden (Kali- und Natron-Salpeter).

Satz II. — Mit dem Stickstoff gemischt bildet der Sauerstoff den Lebensstoff oder die atmosphärische Luft, welche folgendermassen zusammengesetzt ist: In Volumen, Sauerstoff 0,208, Stickstoff 0,792; — und in Gewichten: Sauerstoff 0,23, Stickstoff 0,77. — Der Sauerstoff, den man in der Industrie nöthig hat, wird immer aus der Luft entlehnt.

Es bleibt noch übrig, die wichtigste Verbindung des Sauerstoffes zu untersuchen, nämlich die mit dem Wasserstoff, welche das Wasser bildet.

Wasser.

Satz I. — Das Wasser ist folgendermassen zusammengesetzt: Sauerstoff 1 und Wasserstoff 2, nach Volumen-Theilen; oder Sauerstoff 8,89, Wasserstoff 1,1 nach Gewichtstheilen.

In den folgenden Abschnitten werden wir die chemischen Eigenschaften des Wassers untersuchen. In Bezug auf seine physischen Eigenschaften und seine Ver-

wandlung in Dampf war es Gegenstand der Untersuchung in dem Capitel, das für die Physik bestimmt war.

Satz II. — Die Wirkung des Wassers auf die verschiedenen Substanzen kann folgendermassen definirt werden:

1) Das Wasser, mit der Luft gemischt, wird von gewissen Körpern absorbirt, z. B. der Schwefelsäure, der Pottasche, dem gebrannten Kalk. Diese Körper heissen hygrometrische. Der Wasserdampf wird durch solche Körper flüssig gemacht und absorbirt; diese Erscheinung heisst man Zerfliessen.

2) Andere Salze verlieren das Wasser; sie werden bei trockener Luft trübe und bröcklich, während sie vorher durchsichtig und krystallisirt waren. Diese Erscheinung heisst Effloresziren.

3) Der Sauerstoff verbindet sich in den stärksten Verhältnissen mit dem Wasserstoff und bildet das Wasserstoffhyperoxyd oder oxygenirtes Wasser, welches dazu dient, alte Gemälde zu reinigen, wobei der Ueberschuss des Sauerstoffs an das schwarze Schwefelblei tritt, welches seine ursprüngliche Form von kohlensaurem Blei (Bleiweiss) wieder annimmt.

Satz III. — Das Wasser ist niemals chemisch rein; das Regenwasser, das trinkbarste, enthält Luft. Das Wasser ist gelblich, wenn es Eisenoxyd enthält, von welchem es gefärbt wird; es ist braun, wenn es organische Materien aufgelöst enthält.

In der folgenden Tabelle sind verschiedene Wasser nach ihrer Herkunft, mit Angabe der Menge des Rückstandes von 1 Liter Wasser zusammengestellt.

Art des Wassers	Menge des Rückstandes per Liter Wasser Gramme
Wasser der Seine vor ihrer Verbindung mit der Marne .	0,179
„ „ „ in Paris	0,171
„ „ „ bei ihrem Ausfluss aus Paris	0,181
„ „ „ zu Rouen	0,170

Art des Wassers	Menge des Rückstandes per Liter Wasser Gramme
Wasser der Marne	0,180
„ „ Vienne (zu Troyes)	0,198
„ „ Rhone (zu Lyon) im Sommer	0,107
„ „ „ („) „ Winter	0,184
„ „ Loire	0,035
„ „ Saone (zu Lyon)	0,141
„ des Ourcq-Canals (bei Paris)	0,452
Quelle Arcueil (Brunnen des Instituts zu Paris)	0,466
Quellen von Rouen	1,500
„ „ Havre	0,600
„ „ Belleville	1,600
Artesische Wasser zu Perpignan	0,230
„ „ „ Rouen	0,130
„ „ „ Elboeuf	0,710
„ „ „ Paris	0,143

Diese Rückstände bestehen gemeiniglich aus Kalksalzen, aus Chlorüren, aus Kalisalzen und Eisenoxyd. Die Wasser, welche mit schwefelsaurem Kalk oder Selenit beladen sind, nennt man selenitische Wasser.

Satz IV. — Es wurden verschiedene Mittel vorgeschlagen, um das Wasser zu reinigen, namentlich jenes, welches zum Speisen der Dampfkessel verwendet wird. Man hat in das unreine Wasser mineralische oder vegetabilische Stoffe geschüttet: die ersten haben den Zweck eine chemische Reaktion zu erzeugen und die in Auflösung befindlichen, erdigen Bestandtheile niederzuschlagen; die vegetabilischen Stoffe sollen einfach den Ansatz des Kesselsteins verhindern, indem sie die erdigen Niederschläge in Auflösung erhalten. Keine dieser Verfahrungsweisen ist ausführbar und man begnügt sich einfach damit, reines Wasser zu erhalten zu suchen, oder die Dampfkessel zu reinigen, wenn das Wasser unrein ist. — Indessen halten wir es für gut, hier nach Payen die Substänzen und die Mengen anzugeben, welche man für einen bestimmten Dampferzeugungsapparat anwenden muss. — Die Dampferzeuger, welche täglich 300 Kilogramme Dampf geben, brauchen monatlich folgende Mengen einer der hier verzeichneten Substanzen:

	Kilogramme
Thon	6,000
Erdäpfel	4,500
Stärkesyrup von 33°	1,500
Kleye	1,500
Trockener Rohzucker	1,000
Farbholzextrakt (Kampechenholz)	100
Abschnitzel von Weiss- oder Schwarzblech	20,000
Kohlensaures Natron	3,000
Kohlensaures Kali	3,500

Satz V. — Eine Auflösung heisst gesättigt, wenn sie bei einer gegebenen Temperatur nicht neue Mengen Salz auflösen kann. — Wenn das Wasser ein Salz aufgelöst enthält, kocht es nicht mehr bei der gewöhnlichen Temperatur. In seinem trefflichen Unterricht der Chemie bestimmt Doré Sohn die verschiedenen Mengen Salz, welche dieselbe Wassermasse auflösen kann, so wie den Kochpunkt der Lösung, wie folgt:

Art des Salzes	Menge des Salzes welches sich in 100 Theilen Wasser löst	Kochpunkt der Lösung
Chlornatrium (Kochsalz)	41	108
Chlorwassserstoff Ammoniak	89	114
Chlorstrontium	118	118
Kohlensaures Kali	205	135
Salpetersaurer Kalk	362	151
Chlorcalcium	325	179

Kohlenstoff.

Erklärung. — In reiner Form findet sich der Kohlenstoff als Diamant; in unreiner Form bildet er den Russ, den Graphit, die metallische Kohle, die Thierkohle und die verschiedenen Brennstoffe von denen die Rede sein wird. Für den Augenblick brauche ich nur einige Worte über die industrielle Anwendung der 3 ersten Kohlenstoffarten zu sagen; sodann werde ich von den desinficirenden Eigenschaften der Kohle reden, was mir Gelegenheit geben wird von dem Chlor zu sprechen.

Endlich werde ich diesen Abschnitt mit der Angabe der Verbindungen des Kohlenstoffs beschliessen.

Satz I. — Der Russ oder Kienruss ist der Kohlenstoff, welcher in Folge einer unvollständigen Verbrennung entweicht; er dient zum Anstreichen und zur Druckerschwärze. — Der Graphit, uneigentlich Reissblei genannt, dient zu Bleistiften und zu der Schmiere, welche die Bewegung der Achsen erleichtert. Er enthält fast 96 Procente Kohlenstoff; man findet ihn in der Natur; er wird auch in den Hohöfen mit Gusseisen vermischt erzeugt. — Die metallische Kohle ist Kohle, welche einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt wurde; sie ist klingend und glänzend. — Endlich die Thierkohle, Knochenkohle oder Beinschwarz, besitzt im höchsten Grade die Eigenschaft, die färbenden Stoffe zu absorbiren. Die mit diesen Stoffen gesättigte Kohle kann bis 20mal wiederbelebt werden. Man braucht sie nur in Wasser zu waschen, welches geringe Mengen Salzsäure enthält, und zu glühen.

Satz II. — Die Holzkohle ist sehr porös, sie absorbirt sehr rasch die Gase, den Wasserdampf und die färbenden Stoffe; sie ist eine Art Schwamm für das Gas, und nimmt 90mal ihr Volumen Ammoniakgas und 55mal ihr Volumen schweflige Säure auf. — Das Filtriren des Wassers durch Kohle beruht auf der Porosität dieses Körpers; sie leitet die Wärme und wird von der electrischen Flüssigkeit durchdrungen.

Die desinficirende Eigenschaft der Kohle ist auch dem Chlor eigen, einem einfachen Körper, welcher bei der gewöhnlichen Temperatur in der Gestalt eines grünlichen Gases erscheint. Es verbindet sich schwer mit dem Sauerstoff, aber leicht mit dem Wasserstoff und bildet die Chlorwasserstoff- oder Salz-Säure; es verbindet sich mit den Metallen z. B. mit dem Natrium, und bildet das Kochsalz. Die Soda, der Kalk, die Pottasche, absorbiren eine grosse Menge Chlor und bilden Hyper-

Chloride, welche man entfärbende oder desinficirende Chlorverbindungen nennt; sie zersetzen sich bei den schwächsten Einwirkungen und machen das Chlor frei. Man wendet diese Stoffe zur Reinigung der verdorbenen Luft der Schinderanger an. Die Absorbtion durch die Kohle beruht auf einer physikalischen Eigenschaft, die des Chlors auf einer chemischen. Das Chlor, welches grosse Verwandtschaft zum Wasserstoff hat, zersetzt die vegetabilischen und mineralischen Stoffe und die tödtlichen Gase, welche Wasserstoffgas enthalten.

Satz III. — Die Verbindung des Kohlenstoffs und des Sauerstoffs erzeugt je nach ihren Verhältnissen folgende Körper:

Die Kohlensäure. Sie kann bei einem Druck von 36 Atmosphären in flüssigen Zustand und durch Temperatur-Erniedrigung in festen Zustand übergeführt werden. Das Wasser löst sein eigenes Volumen Kohlensäure auf, und durch Druck absorbirt es zehnmal soviel.

Das Kohlenoxyd ist ein neutraler Körper, welchen man noch nicht flüssig oder fest machen konnte; er ist entzündlich und brennt mit blauer Flamme, wobei er Kohlensäure erzeugt. Dieses Gas unterhält weder das Verbrennen noch das Athmen; es ist ein heftiges Gift, welches in Erstickungsfällen durch Kohlen den Tod unmittelbar herbeiführt.

Eine letzte Verbindung des Sauerstoffs und Kohlenstoffs ist die Oxalsäure, welche in den Blättern des Sauerklees enthalten ist.

Satz IV. — In Verbindung mit dem Stickstoff bildet der Kohlenstoff das Cyan, einen gasförmigen Körper, welcher in flüssigen und festen Zustand übergeführt werden kann, und mit dem Wasserstoff verbunden, die Blausäure oder Cyan-Wasserstoffsäure bildet. Das Cyan vereinigt sich mit den Metallen und bildet Cyanüre; mit dem Eisen bildet es ein doppeltes Eisencyanür, das Berliner Blau. Mit dem Sauerstoff verbunden bildet das Cyan die Knallsäure, welche ihrerseits wieder mit dem

6*

Oxyd des Silbers oder Quecksilbers verbunden, das Knallsilber oder Knall-Quecksilber bildet.

Satz V. — Je nach den Verhältnissen, in welchen die Verbindung statt findet, erzeugt der Wasserstoff mit dem Kohlenstoff feste Körper: das Cautchouc, das Gutta percha etc.; flüssige Körper: wie die wesentlichen Oele etc.; und endlich gasförmige Körper: das Sumpfgas, das ölbildende Gas. — Diese gasförmigen Produkte sind von grosser Wichtigkeit bei der Beleuchtung und in den Minen. Wir wollen uns daher einige Augenblicke dabei aufhalten. Das Sumpfgas oder Einfach-Kohlen-Wasserstoffgas kömmt in der Natur vor. In Asien und Amerika strömt es aus dem Innern der Erde; man benutzt es dort auf alle Weise. Mit atmosphärischer Luft vermischt veranlasst es das Grubenfeuer. Das ölbildende Gas oder Zweifach-Kohlen-Wasserstoffgas findet sich nicht in der Natur. — Diese beiden Gase sind die wesentlichsten Bestandtheile des Leuchtgases, welches die Destillation der Steinkohlen liefert.

Die Zusammensetzung des Leuchtgases ist vor seiner Reinigung folgende:

einfach Kohlenwasserstoffgas 72; doppelt Kohlenwasserstoffgas 8; Kohlenoxyd 13; Kohlensäure 4; Schwefelwasserstoffsäure 3. Im Ganzen 100 Gewichtstheile. Die Reinigung dieser Gasmischung hat den Zweck ihr die Kohlensäure und Schwefelwasserstoffsäure zu entziehen.

Brennstoffe.

Erklärung. — Die Brennstoffe, deren man sich bei der Industrie der Fabriken und bei den Construktionen bedient, sind das natürliche Holz, die Holzkohle und die fossilen Brennstoffe, welche das Resultat der Umwandlung des Holzes im Schoos der Erde sind; sie kommen in der Form von Torf, fossilem Holz, Braunkohle, Steinkohle und Anthrazit vor.

Satz I. — Das Holz, wie alle Vegetabilien, besteht aus den Holzfasern und fremden Bestandtheilen, welche nach der Zersetzung durch das Feuer die Asche bilden. Die Holzfaser besteht aus dem Zellengewebe und der Holzsubstanz oder verhärtenden Materie. Diese beiden Körper sind in verschiedenen Verhältnissen aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt. Das Holz ist eine zu bekannte Substanz, als dass es einen Zweck hätte in Details über diesen Gegenstand einzugehen. Wir bemerken blos, dass durch Destillation des Holzes der Theer erhalten wird, welcher das Kreosot, eine farblose, brennende und ätzende Flüssigkeit enthält, welche man zur Erhaltung des Bauholzes anwendet, wenn es der Feuchtigkeit ausgesetzt ist.

Die Holzkohle ist geglühtes oder destillirtes Holz.

Der Torf ist das Resultat der Pflanzenzersetzung in sumpfigem Boden; man macht daraus ebenfalls Coaks oder Torfkohle. — Die Torflager haben selten mehr als 7 Meter Dicke; man findet unter den Alluviumschichten jedoch auch Lager von 10 Meter Dicke. Man unterscheidet den schwarzen, grauen, weissen, den schwammigen und festen Torf. Im Handel verkauft man den Torf in Stücken oder Steinen.

Das fossile Holz zeigt den ersten Grad der Veränderung des Holzes.

Die Braunkohle ist fossiles Holz in einem weiter fortgeschrittenen Grade der Zersetzung und nähert sich der Steinkohle; sie zeigt im Ansehen noch vegetabilische Organisation.

Die Steinkohle findet sich in vielen Varietäten: die fette und harte Steinkohle dient zur Coaksfabrikation und zum Reduziren der Eisenerze; die fette Schmiedekohle mit langer Flamme wird in den Schmieden und zur Bereitung des Leuchtgases verwendet; endlich die magere Kohle dient zum Heitzen der Dampfmaschinen. — Die Steinkohle darf der Sonne oder dem Regen nicht ausgesetzt werden. Durch die Hitze verliert sie ihr Bitumen; das Wasser verändert die gelben, glänzenden Theile,

welche doppelt Schwefeleisen sind, in schwefelsaures Eisenoxydul. In dieser Verbindung kann sich eine hinreichende Hitze erzeugen, um die Masse zu entzünden. Die Steinkohle wird mit bituminösem Schiefer verfälscht, welcher nicht brennt; man erkennt ihn an seinem Gewicht und an seinem erdigen Ansehen; man verfälscht dieses Brennmaterial auch durch Hinzugiessen von Wasser.

Die Coaks sind destillirte oder geglühte Steinkohlen; sie brennen nur in grossen Massen; sie wiegen weniger als die Steinkohlen und geben keinen Rauch.

Der Anthrazit ist die letzte Grenze der Zersetzung des Holzes, welches ursprünglich in dem Schoos der Erde begraben wurde; er ist graulich schwarz und hat metallischen Glanz. Unter allen natürlichen Brennstoffen enthält der Anthrazit den meisten Kohlenstoff. Indessen ist er schwer zu entzünden; er brennt nur in grossen Massen und muss einer sehr hohen Hitze ausgesetzt werden. Man bedient sich desselben zur Fabrikation einer Art Coaks durch Glühen mit der fetten Steinkohle.

Satz II. — Die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Brennstoffe ist in der folgenden summarischen Tabelle angegeben. Die Ziffer bezeichnen blos Durchschnittszahlen; sie sind sehr veränderlich, besonders bei den verschiedenen Holzgattungen.

Art der Brennstoffe	Kohlenstoff	Sauerstoff und Stickstoff	Wasserstoff	Asche
Holz	44	43	6	7
Holzkohle	88	5	2	5
Torf	57	32	6	5
Fossiles Holz	56	36	6	2
Braunkohle.	70	19	6	5
Harte fette Steinkohle .	89	4	5	2
Fette Schmiedekohle . .	87	6	5	2
Magere u. trockene Kohle	76	16	6	2
Gute Coaks	91	2,7	0,3	6
Schlechte Coaks	85	2,7	0,3	12
Anthrazit	90	4	2	4

Salze und Erden.

Erklärung. — Durch die Verbindung einer Säure mit einem Oxyd entsteht, wie wir im Anfang dieses Capitels gesehen haben, ein Salz. Wir werden uns mit dem kohlensauren Kalk oder Kalkstein, mit dem schwefelsauren Kalk oder Gyps, mit dem salpetersauren Kali oder Salpeter, und endlich mit den Silikaten, welche die harten Steine und Erden ausmachen, zu beschäftigen haben, und werden nach einer kurzen Uebersicht über die Salze die Kälte erzeugenden Mischungen erwähnen, welche eine wichtige Rolle in der Industrie der Nahrungsmittel spielen.

Satz I. — Der kohlensaure Kalk hat so viele Namen, als er verschiedene Farben und Gebrauchszwecke hat: Kreide, Kalk, Kalkstein, Tuf, Kalkspath, Marmor, Alabaster, spanisches Weiss, lithographischer Stein. — Bis zum Rothglühen in einem hermetisch verschlossenen Behälter erhitzt, nimmt die Kreide, unter Beibehaltung ihrer Natur als kohlensaurer Kalk, die Form des Marmors an. Auf diese Thatsache gestützt dürfte es eines Tages gelingen, künstlichen Marmor zu fabriziren. Der kohlensaure Kalk, oder Kalkstein, wird als Baustein verwendet, und ist nur bezüglich seiner physischen Eigenschaften von Wichtigkeit; es wurde in dem Capitel, welches für die Physik bestimmt war, von demselben gehandelt. Der kalcinirte kohlensaure Kalk, oder Aetzkalk, wird zu Mörtel verwendet; es wird im letzten Abschnitte dieses Capitels davon die Rede sein.

Die Kalksteine bilden eine der beiden Abtheilungen der Steine in Bezug auf chemische Zusammensetzung; die andere begreift die Kiesel. Die Kalksteine werden durch die Hitze zersetzt; die kieselhaltigen Steine widerstehen der Hitze.

Satz II. — Die Schwefelsäure, eine der sieben Verbindungen des Sauerstoffs mit dem Schwefel, bildet mit dem Oxyde des Calciums das schwefelsaure Kalkhydrat,

welches unter verschiedenen Namen bekannt ist: Gypssteine, Silenite, in dünne und glänzende Platten theilbare Steine, und Alabastrit, oder falscher Alabaster, halbdurchsichtige Steine.

Wenn man vermittelst der Hitze den schwefelsauren Kalk vom Wasser trennt, so erhält man wasserfreien schwefelsauren Kalk, oder Gyps; in diesem Zustand zieht er begierig Wasser an und nimmt, wenn man dasselbe hinzusetzt, seine ursprünglische Härte wieder an. Diese Operation, auf welcher die Anwendung des Gypses beim Bauen beruht, heisst man das Anrühren. Wenn der Gyps durch das Anrühren wieder fest wird, so verwandelt er sich in eine Masse, die aus einer unendlichen Anzahl kleiner Krystalle besteht.

Man bereitet den Gyps, indem man den Gypsstein in Oefen bringt und durch trockene Zweige erhitzt. Die Temperatur darf 200 Grade nicht übersteigen. Der Gyps muss, vor dem Zutritt der Luft geschützt, aufbewahrt werden. Seine gute Eigenschaft erkennt man aus der Wassermenge, welche zum Anrühren nöthig ist; derjenige Gyps, welcher am meisten davon aufnehmen kann, wird immer vorgezogen. Wenn der Gyps mit Gummiwasser oder Leimwasser angerührt wird, heisst er Stucco.

Im Pariser Handel unterscheidet man drei Sorten von Gyps: 1) der ordinäre Gyps dient zu Fussböden, Bewürfen und Mauerwerk; 2) der gesiebte Gyps, welcher durch ein Haarsieb gesiebt wurde, dient zum Ueberzug und zu Friesen; und 3) der durch ein Seidensieb gesiebte Gyps wird zu gemalten Gesimsen verwendet.

Obgleich der Gyps allgemein als Mörtel verwendet wird, hat er doch den Nachtheil, dass er im Wasser schlechter wird, nicht dauerhaft ist, mit dem Alter an Volumen zunimmt, und Sprünge verursacht. Zerstörte Gypsbauten liefern den Gypsschutt, aus welchem man Salpeter zieht, wenn er von feuchten Orten herrührt; wenn er trocken ist, verwendet man ihn als Steine zu leichtem Mauerwerk, welches kein Gewicht zu tragen hat.

Wir haben jetzt noch das Zersetzungs-Produkt des

schwefelsauren Kalkes anzuführen; er erzeugt, in Berührung mit organischen Substanzen, welche in Auflösung begriffen sind, Schwefelcalcium, aus welchem unter Einwirkung der Kohlensäure der Luft ein tödtliches Gas entsteht, welches das Schwefelwasserstoff-Gas ist. Dieses Gas bildet sich im Boden, in welchen das Küchen-Wasser, das organische Bestandtheile enthält, eindringt, und verpestet die Luft, wenn der Boden aufgegraben wird.

Satz III. — Die Salpetersäure bildet in Verbindung mit dem Kali, salpetersaures Kali oder Salpeter, welcher mit Kohle und Schwefel das Schiesspulver gibt, dessen Zusammensetzung nach den verschiedenen Ländern von 70 bis 76 Gewichtstheilen Salpeter, auf 9 bis 16 Gewichtstheile Kohle oder Schwefel in 100 Theilen wechselt. Das Sprengpulver unterscheidet sich von dem vorhergehenden Schiesspulver; es besteht aus 62 Theilen Salpeter, 18 Kohle und 20 Theilen Sehwefel.

Satz IV. — Das Silicium (Kieselerde), ein einfacher Körper, ist schwer darzustellen; es wird in drei Gestalten erhalten: pulverförmig von brauner Farbe, graphitähnlich und endlich krystallisirt. — Mit Sauerstoff verbunden bildet es die Kieselsäure oder den reinen Kiesel, welcher in der Natur im Zustande von Quarz und Bergkrystall angetroffen wird; mit Metalloxyden gemischt bildet es den Kiesel oder Feuerstein, den Sandstein, den Trippel, den Mühlensandstein. — Mit Alaunerde, Kalk, Kali, Natron, Eisenoxyd, bildet die Kieselsäure durch die Hitze nicht zersetzbare Silikate. — Diese Silikate finden zahlreiche Anwendung als Hauptbestandtheile der Erden, der Thone der Sandarten, der Gläser, der Töpferwaaren, der Ziegel und der Mörtelarten, wir werden sie von dem Standpunkt des Bauens und der Industrie aus betrachten.

Satz V. — Die Zusammensetzung der verschiedenen Arten von Gläsern kann auf einen Gewichtstheil folgendermassen angenommen werden:

Flaschenglas: — Kiesel 0,6; Kalk 0,3; Kali, Natron. Alaunerde, Eisenoxyd und Manganoxyd, Phosphorsäure 0,1.

Fensterglas: — Kiesel 0,7 Kalk 0,2; Kali und Alaunerde 0,1.

Böhmisches Glas: — Kiesel 0,7; Kalk 0,1; Soda 0,2.

Krystallglas: — Kiesel 0,6; Blei 0,3; Kalk u. Kali 0,1.

Zum Färben des Glases wendet man folgende Oxyde an: Kobaldoxyd (saphirblaues Glas); Kupferhyperoxyd (himmelblaues Glas); Kupferoxydul (purpurrothes Glas); Chromoxyd (grünes Glas); Chlorsilber (gelbes Glas); Gold, Purpur von Cassius (rosa-Glas); Mischungen von den Oxyden des Mangans, Eisens und Kobalts (schwarzes Glas); Antimonoxyd, phosphorsaurer Kalk oder arsenige Säure (weisses Email).

Satz VI. — Als zweite Anwendung der Silikate haben wir von der Ackererde und den Bestandtheilen, welche in deren Zusammensetzung eingehen, zu sprechen.

Es gibt vier Arten von pflügbarem, baubarem oder kultivirbarem Boden, nach den vier Körpern, aus welchen derselbe vorzugsweise besteht. Diese Körper sind: der Sand, der Thon, der Kalk und der Humus; daher Sandboden oder leichte Erde, Thonboden oder schwere Erde, Kalkboden, und vegetabilische Erde oder Pflanzenerde.

Der Sand ist eine Mischung von Kieselsäure, Alaunerde und Kalksalzen; man unterscheidet davon so viele Arten als Felsarten, aus deren Zerstörung er entstanden ist; den Kalksand, den Kiesel oder Quarzsand, den Granitsand und den vulkanischen Sand oder die Puzzolane. — Nach der Grösse der Körner nennt man den Sand feinen Sand, groben Sand, Kies, groben Kies; der Sand findet sich auf dem Boden des Wassers. Meeressand oder Flusssand, oder in regelmässigen Bänken: Gruben- oder Minensand. — Der Sand wird oft bei Fundamentirung auf dem Land angewendet; er ist nicht zusammendrückbar wenn er sich gesetzt hat. — Man untersucht den Sand, indem man ihn in ein Glas Wasser rührt; der Thon und

die fremden Bestandtheile setzen sich auf dem Sand ab, dessen Reinheit auf diese Weise ermittelt werden kann.

Der Thon ist ein Alaunerde-Silikat mit Eisenoxyd und oft mit Kalk gemischt. Er dient mit Sand geknetet zum Ziegelbrennen, oder im Allgemeinen zu Töpferarbeiten. — Zu diesem Zweck setzt man die Töpfererde während des Winters der Luft aus; im Frühjahre findet man sie zersprungen und oft in Staub verwandelt; man zertheilt sie im Wasser und macht daraus einen Teig, den man formt und trocknen lässt und erhält so den rohen Ziegelstein, welcher geglüht den gebrannten Ziegelstein gibt. — Die Dachziegel und Wasserleitungs-Röhren werden auf dieselbe Art angefertigt, nur wendet man feinere Masse und etwas mehr Sorgfalt an.

Der Humus oder die Pflanzenerde ist eine Substanz, die aus organischen in der Zersetzung begriffenen Stoffen zusammengesetzt ist, welche von Dünger oder abgefallenem Laub herrühren.

Die Mergelarten sind Thonerde-Silikate mit kohlensaurem Kalk und Kieselsäure in sehr veränderlichen Verhältnissen gemischt; man verwendet den Mergel zum Verbessern der Ackererde.

Der Glimmer ist ein Thonerde-Silikat mit einem Eisenoxyd verbunden; er bildet die glänzenden Plättchen, welche man in den Steinen und Erden bemerkt.

Eine wichtige Verwendung der Silikate ist die zu Mörtel; aber ehe wir in diese Frage eingehen, wollen wir diesen Abschnitt, der für die Salze bestimmt ist, mit der Angabe der Zusammensetzung von Kälte erzeugenden Mischungen und der zur Erhaltung der Hölzer dienenden Substanzen beschliessen.

Satz VII. — Die Auflösung der Salze hat eine Wärme-Absorbtion zur Folge. Gewisse Mischungen bringen durch diese Absorbtion eine sehr niedere Temperatur hervor; diese Mischungen, welche in der folgenden Tabelle aufgezählt sind, heissen kälteerzeugende Mischungen oder Kälte-Mischungen.

Zusammenstellung der Kälte erzeugenden Mischungen.

Ordnungs-№	Angabe der Mischungen	Verhältniss (Gewichtstheile)	Sinken des Thermometers (Centesimal-Grade)
1	Wasser von 10 Graden über Null . . .	16	22
	Salpetersaures Kali (Salpeter)	5	
	Chlor-Wasserstoff-Ammoniak (Salmiak) .	5	
2	Wasser von 10 Graden über Null . . .	1	25
	Salpetersaures Ammoniak	1	
3	Wasser von 10 Graden über Null . . .	16	26
	Schwefelsaures Natron (Glaubersalz) . .	5	
	Chlor-Wasserstoff-Ammoniak (Salmiak) .	8	
4	Wasser von 10 Graden über Null . . .	1	29
	Salpetersaures Ammoniak	1	
	Kohlensaures Natron (Soda)	1	
5	Wasser von 10 Graden über Null . . .	4	2
	Chlorkalium	50	
	Salpetersaures Natron (Salpeter)	20	
	Chlor-Wasserstoff-Ammoniak (Salmiak) .	32	
6	Zerstossenes Eis oder Schnee	2	20
	Kochsalz	1	
7	Zerstossenes Eis oder Schnee	5	24
	Kochsalz	2	
	Salmiak	1	
8	Gestossenes Eis oder Schnee	24	28
	Kochsalz	10	
	Salmiak	5	
	Salpeter	5	
9	Schwefelsaures Natron (Glaubersalz) . .	3	28
	Verdünnte Salpetersäure (Scheidewasser) .	2	
10	Schwefelsaures Natron (Glaubersalz) . .	6	36
	Salpetersaures Ammoniak	5	
	Verdünnte Salpetersäure (Scheidewasser) .	4	
11	Schwefelsaures Natron (Glaubersalz) . .	8	26
	Chlor-Wasserstoffsäure (Salzsäure) . . .	5	
12	Schwefelsaures Natron (Glaubersalz) . .	20	18
	Schwefelsäure	16	
13	Phosphorsaures Natron	9	39
	Verdünnte Salpetersäure (Scheidewasser) .	4	

Satz VIII. — Das Problem der Conservirung des Holzes ist noch nicht gelöst; die Verfahrungsarten sind nicht gleichförmig, wenn auch die Holzgattung und der Gebrauch, zu welchem dieselbe bestimmt ist, ganz genau dieselben sind. Indessen scheint es, dass die Conservirung vermittelst Durchdringens mit Kupfervitriol (schwefelsaurem Kupferoxyd) im Allgemeinen gute Resultate liefert. — Folgendes sind die Namen der Substanzen, welche man schon angewendet hat und mit welchen man noch Versuche macht:

Kohlensaures Natron, — Baryt, — Kali;

Schwefelsaures Kupfer, — Eisen, — Kalk; — Zink, — Magnesia, — Baryt, — Kali, — Natron; doppelt Chlorquecksilber.

Endlich Oel und Kreosot.

Die Zubereitungsweisen sind in meinem Buche: über den Eisenbahnbau auseinandergesetzt.

Mörtel-Arten.

Erklärung. — Es gibt 2 Arten von Mörtel (Mischungen von Kalk und Sand); diejenigen, welche an der Luft zu bleiben bestimmt sind, gewöhnliche Mörtel, oder Mörtel aus fettem oder reinem Kalk; der Gyps dient ebenfalls als gewöhnlicher Mörtel; — und zweitens diejenigen Mörtel, welche dazu bestimmt sind unter dem Wasser oder in der Feuchtigkeit verwendet zu werden: Mörtel aus magerem, hydraulischem oder unreinem Kalk, welche von Kalksteinen herrühren die Thon enthalten. Dieser unreine Kalk wird auch aus dem reinen Kalk bereitet, indem man Silikate zu demselben setzt, wie wir es bei der Anfertigung der Cemente sehen werden. Das Zusetzen von Sand bei dem Mörtel und von Kies bei dem Beton, hat den Zweck, die Menge des Kalkes zu vermindern, den Sprüngen vorzubeugen und die Festigkeit der Masse zu vermehren; der Sand muss desshalb von allen thierischen und vegetabilischen Bestandtheilen befreit sein.

Satz I. — Die Kalksteine und die Steinsplitter, welche in den Kalksteinbrüchen nach dem Zurichten der Hau-Steine übrig bleiben, dienen zur Fabrikation des Kalkes nach verschiedenen Verfahrungsarten. — 1) Man brennt den Kalk in Haufen, indem man einen Kegel aus Kalk-Steinen und Steinkohlenstücken zusammensetzt; — 2) man wirft den Kalkstein mit Brennmaterial gemengt in einen continuirlichen Kalkofen; — 3) in dem intermittirenden Kalkofen ist das Brennmaterial von dem Kalkstein getrennt; man erzeugt vermittelst Holz eine Flamme, welche um die Steine circulirt, und rechnet einen Meter Holz auf einen Meter Kalk.

Satz II. — Es gibt verschiedene Methoden für das Löschen des Kalkes: 1) Man löscht den Kalk durch Auflösen, wenn man ihn in einen Behälter wirft und Wasser darüber schüttet; — 2) man löscht den Kalk durch Eintauchen, wenn man den Aetzkalk, in kleine Stücke zerschlagen, in einen Korb füllt, den man einige Sekunden in Wasser taucht, der Kalk zischt, zerspringt, stösst Dämpfe aus und zerfällt zu Pulver, welches vor Feuchtigkeit geschützt lange Zeit aufgehoben und in Säcken versendet werden kann; — 3) man löscht den Kalk durch Begiessen, indem man ihn in ein Bassin legt, das man aus Sand gemacht hat, Wasser darüber giesst und ihn sodann bedeckt, um ihn erst im Augenblick der Anwendung zu zerrühren; — 4) endlich besteht die freiwillige oder Selbstlöschung darin, dass man denselben der Luft aussetzt, aus welcher er Feuchtigkeit und eine geringe Menge Kohlensäure anzieht, was das Erhärten erleichtert.

Welches auch das Verfahren ist, das Wasser muss immer rein sein; das Meerwasser darf insonderheit nicht angewendet werden, denn es verursacht Auswitterungen auf dem Mauerwerk; man muss das Wasser vorsichtig darauf giessen, um den Kalk nicht zu sehr zu verdünnen, was seinen Eigenschaften nachtheilig wäre. Der gute Kalk zerfliesst vollkommen im Wasser; wenn er zu stark

gebrannt (todt gebrannt) ist, löscht er sich nur sehr langsam, der verglaste Kalk ist zu verwerfen.

(Anmerkung. — Wenn man zu dem gelöschten Kalk eine grosse Menge Wasser giesst, so macht man Kalkmilch. Der Kalk setzt sich ab, und darüber steht eine klare Flüssigkeit: Kalkwasser oder aufgelöster Kalk. Der Luft ausgesetzt bedeckt sich dieses Wasser mit einer Haut, welche hinweggenommen von einer andern Haut ersetzt wird, und welche kohlensaurer Kalk ist.)

Satz III. — Man unterscheidet vier Arten von magerem oder hydraulischem Kalk: 1) den schwach hydraulischen Kalk mit 10 Procent Thon, welcher nach 20 Tagen erhärtet; — 2) den hydraulischen Kalk, welcher 15 Procent Thon enthält und nach 8 Tagen erhärtet; — 3) den sehr hydraulischen Kalk, welcher 25 Procent Thon enthält und in 4 Tagen trocknet; — 4) den römischen Cement, welcher bis 40 Procent Thon enthält und in einer Stunde erhärtet.

Folgendes ist eine Analyse der verschiedenen hydraulischen Kalksorten auf 100 Gewichttheile:

Hydraulischer Kalk: 83 kohlensaurer Kalk, 2 kohlensaure Magnesia, 15 Thon- und Kieselerde.

Sehr hydraulischer Kalk: 72 kohlensaurer Kalk, 5 kohlensaure Magnesia, 23 Thon- und Kieselerde.

Vorzüglich hydraulischer Kalk und natürlicher Cement von Rom: 58 kohlensaurer Kalk, 4 kohlensaure Magnesia, 6 kohlensaures Eisen, 25 bis 40 Thon- und Kieselerde, 7 Wasser.

(Anmerkung. — Diese Grenzen sind sehr veränderlich, denn die Anfertigungsweise, der Grad des Kalkbrennens und die Beschaffenheit des Brennmaterials spielen dabei eine grosse Rolle. — Man untersucht die verschiedenen Kalksorten, indem man die nicht hydraulischen oder fetten Kalke in Broden geformt der Luft aussetzt; die hydraulischen oder mageren aber in Gefässe mit Wasser bringt und ihr Erhärten mit einander vergleicht.)

Satz IV. — Die hydraulischen Kalksteine mit Thon-Unterlage finden sich in der Natur; sie geben bei dem Brennen Kalksilikate; aber sie sind seltener als die fetten Kalke und der Thon. Aus diesen beiden letzten Substanzen kann man immer hydraulische Kalke anfertigen, wenn man einen Teig aus vier Theilen kohlensaurem Kalk (mit Wasser angerührter Kreide) und einem Theil Thon brennt.

Man macht auch Silikate auf nassem Wege, indem man eine Mischung von gelöschtem Kalk und gepulverter Puzzolane unter Wasser bringt.

Es gibt zwei Arten von Puzzolanen:

Die natürlichen Puzzolanen, oder die Laven, oder der Trass, welche eine Mischung von Thon, Kalk, Kali, Natron und Magnesia, durch vulkanisches Feuer gebrannt, enthalten.

Die künstlichen Puzzolanen sind gebrannte und pulverisirte Thonarten, wie Gefässe, Töpfe, Mauer-Ziegel, Dachziegel, Schmiedeschlacken, Steinkohlenasche, Schiefer. Der zum Brennen nöthige Hitzgrad hängt von der Beschaffenheit dieser Stoffe ab.

Keine Puzzolane, weder die natürliche noch die künstliche, ist für sich Cement oder hydraulischer Kalk; aber mit fettem Kalk gemischt, erzeugt sie die hydraulische Eigenschaft.

Satz V. — Die Theorie des Erhärtens des Kalkes und des hydraulischen Mörtels kann folgendermassen zusammengefasst werden: 1) der ätzende Kalk oder das Calciumoxyd bemächtigt sich des Ablöschwassers und verwandelt sich in Kalkhydrat; — 2) das reine oder fette oder an der Luft gebildete Kalkhydrat, erhärtet von aussen durch die Absorbtion der Kohlensäure der Luft und verwandelt sich in kohlensauren Kalk. Im Innern bleibt dieser Kalk im reinen Zustand: man findet ihn in den römischen Mauerwerken: unter Wasser bleibt er immer weich; — 3) die Erhärtung des fetten Kalkes kann auch einer rein mechanischen Wirkung zugeschrieben

werden: sie rührt alsdann von dem Zusammenpressen des Teiges her, welcher erhärtet; — 4) bei dem hydraulischen Kalk, welcher von einem Kalkstein herrührt, der Silikate enthält, entstehen unter Wasser sehr harte Hydrate von Kalk-, Alaun- oder Magnesia-Silikaten.

Satz VI. — Endlich gibt es noch eine Art von Mörtel, welcher Kitt genannt wird, und von dem man mehrere Arten hat: Kitt von Dhil (Gestossene Ziegel, Silberglätte, Leinöl; für Steine). — Diamantkitt (Fischleim, Alkohol, Harz; für Glas). — Eiweisskitt (Eiweis und gepulverter Kalk; für Marmor). — Käsekitt (weisser Käse und Kalk; für Steine unter Wasser). — Cementkitt (weisser Käse und kohlensaurer Kalk; für Steine unter Wasser). — Eisenkitt (Eisenfeile, Salmiak oder Schwefel; für Steine mit Metallen).

Allgemeine Eigenschaften der Metalle.

Erklärung. — Die Metalle, welche für das Bauen Wichtigkeit haben, sind: das Eisen, das Kupfer, das Quecksilber, das Blei, das Platin und das Zink. Wir sprechen hier von den Metallen im Zustande einfacher Körper, andere, wie das Calcium, werden nur im oxydirten Zustande verwendet. — Die Metalle, welche sich im reinen Zustande oder als einfache Körper in der Natur vorfinden, heissen gediegene Metalle. Wenn das Metall unrein ist, so nennt man es Mineral, der mineralische Stoff heisst die Gangart.

Die allgemeinen Eigenschaften der Metalle, mit welchen wir uns zu beschäftigen haben, sind: die ihnen eigenthümliche Fähigkeit, die Wärme zu leiten und Legirungen zu bilden.

In den folgender Sätzen werden wir diese beiden Eigenschaften untersuchen.

Satz I. — Die Metalle können nach ihrer Leitungs-Fähigkeit für die Wärme folgendermassen eingetheilt

werden: Gold 100; — Silber 97; — Kupfer 90; — Eisen 37; — Zink 36; — Zinn 30; — Blei 18.

Die Anwendung der Leitungsfähigkeit wird beschränkt durch den Anschaffungspreis des Rezipienten, welcher die Wärme leiten soll, und durch den Widerstand, welchen das Metall der Wärme entgegensetzt.

Satz. II. — Die Mischungen mehrerer Metalle heissen Legirungen; sie erhalten den Namen Amalgame, wenn das Quecksilber einen Theil derselben ausmacht; sie dienen hauptsächlich zu Maschinentheilen. — Die Zusammensetzung der hauptsächlichsten Legirungen kann folgendermassen festgesetzt werden:

Art der Legirungen	Verhältniss in 100				
	Kupfer	Zinn	Zink	Blei	Andere Metalle
1. Erz	60	15	25	„	„
2. Weisse Legirung (Verzinnung von Kupfer)	„	80	„	„	20 Eisen
3. Bronze	90	10	„	„	„
4. Druckerlettern	„	„	„	80	20 Antimon
	„	90	„	„	10 Eisen
5. Tombak	80	„	20	„	„
6. Messing (Gelb-Kupfer)	64	32	3	1	„
7. Messing zum Drathziehen	64	2	33	1	„
8. Medaillen	94	4	2	„	„
9. Kanonenmetall	80	20	„	„	„
10. Glockenmetall	80	10	6	4	„
11. Spiegelmetall	66	34	„	„	„
12. Schmelzbare Scheiben	„	35	„	35	30 Wismuth
13. Loth für Weissblech	„	50	„	50	„
14. Loth für Blei	„	34	„	66	„

Gusseisen.

Erklärung. — Das Gusseisen ist eine Zusammensetzung von Eisen- und Kohlenstoff: es wird aus den Eisenerzen bereitet, welche in der Natur als Oxyde vorkommen. Das Gusseisen wird als Metall und als Mineral verwendet, aus welchen man nach einander Schmiede-Eisen und Stahl bereitet. — Das Gusseisen verdirbt im Meerwasser. Um seine Oxydation zu verhüten muss man es mit Mennig oder Mineraltheer anstreichen.

Satz I. Wenn das Eisenerz nicht reich an Metall ist, so wird seine Reduction in den Hohöfen vorgenommen. Man trennt die Gangart durch ein Flussmittel, welches kohlensaurer Kalk ist, wenn die Gangart aus Thon besteht; ist sie kalkhaltig, nimmt man einen kieselhaltigen Stoff als Flussmittel. Der Sauerstoff wird sodann durch die Kohle entzogen. Das erhaltene Metall ist das Gusseisen, welches in Wirklichkeit eine Mischung von Eisen, von Kohlenstoff und von fremden Stoffen ist.

Satz II. — Die Verhältnisse der Bestandtheile des Gusseisens ändern sich nach der Natur des Erzes und der Fabrikationsweise: die mittlere Zusammensetzung kann auf 100 Gewichtstheile folgendermassen bestimmt werden:

Kohle 3; — Eisen 94; — Kiesel 0,3; Phosphor 0,2; — Mangan 2,5,

Satz III. — Bezüglich der physischen Eigenschaften unterscheidet man drei Arten von Gusseisen: 1) den weissen Guss, welcher metallischen Glanz besitzt; er ist hart; zerspringt unter dem Hammer, und kann nicht gefeilt werden; er entsteht, wenn man den grauen Guss rasch abkühlt, oder wenn das Mineral vor der Kohle vorherrscht; man macht gewöhnlich Stahl aus demselben; er dient auch zu Gussstücken; — 2) der graue Guss ist porös, sein Bruch ist körnig: er lässt sich feilen

und bohren, hat aber weniger Widerstandsfähigkeit als der weisse Guss; er entsteht bei dem gewöhnlichen Gang des Ofens; er dient zum Raffiniren oder Frischen; — 3) der schwarze Guss nimmt den Eindruck des Hammers an; er bricht leicht und zeigt auf der Bruchfläche grosse Körner mit Graphit: er ist der schmelzbarste von den dreien, entsteht bei einem Ueberschuss von Kohle und wird zum Schmelzen verwendet.

Man unterscheidet auch Guss der ersten, zweiten oder dritten Schmelzung, je nachdem er sogleich nach der Umwandlung des Minerals genommen, oder umgeschmolzen wurde.

Satz IV. — Die Schlacken sind der Rückstand der erdigen Bestandtheile des Minerals oder der Gangart; sie entstehen aus der Verbindung der Kieselerde mit einer gewissen Menge Eisenoxydul und bilden ein schmelzbares Eisensilikat.

Die mittlere Zusammensetzung der Schlacken ist in 100 Gewichtstheilen:

Kalk 43; — Kieselerde 33; — Magnesia 19; — Alaunerde 1; — Eisen 1; — Mangan 1; — Schwefel 1; — Phosphor und Verlust bei der Analyse 1.

Schmiedeeisen oder Stabeisen.

Erklärung. — Um Schmiedeeisen aus Gusseisen zu erzeugen, muss man den Kohlenstoff von dem Guss-Eisen trennen. Dieser Kohlenstoff war zurückgeblieben als man Brennmaterial zu dem Mineral setzte, um es zu desoxydiren; jetzt muss man diesen Guss entkohlen und ihm zugleich die fremden Bestandtheile entziehen. — Das Verfahren, welches die Verwandlung des Gusseisens in Stabeisen zum Zweck hat, heisst Frischen. Die Heerde, in welchen diese Operation stattfindet, heissen Frischfeuer. — Wenn man Holz als Brennmaterial (in offenem Heerde) anwendet, verfährt man nach der älteren Methode;

wenn man Steinkohlen (in kleinen Flammöfen) verwendet, ist es das englische Verfahren, nach welchem die Oefen Puddlingsöfen heissen.

Was soeben gesagt wurde, bezieht sich auf die Darstellung des Stabeisens aus Gusseisen, wenn aber das Mineral reich an Metall ist, findet die Ausziehung unmittelbar statt, wie wir am Ende dieses Abschnittes sehen werden.

Satz I. — Bei der älteren Methode bringt man das Gusseisen mit Schlacken und Eisenoxyd in Berührung; das Oxyd gibt seinen Sauerstoff an den Kohlenstoff des Gusseisens ab und verwandelt es in Stabeisen; zu gleicher Zeit entkohlt es das Gusseisen. Die Luft des Gebläses oxydirt die Kieselerde, welche in die Schlacke übergeht. Die so zubereitete Luppe wird unter dem Hammer ausgereckt, wodurch die Schlacken ausgepresst werden.

Satz II. — Nach der englischen Methode bringt man das Roheisen mit Coaks in einen Schachtofen; es wird sodann in Gruben gegossen und mit Wasser abgekühlt und gibt einen sehr zerbrechlichen Guss, welcher fine-metal heisst. Der Guss, welcher nun grossen Theils von den fremden Bestandtheilen befreit ist, kommt mit Schlacken und Eisenoxyd in einen Puddlingsofen; die Luppen werden sodann unter den Hammer oder unter die Grobwalzen der Walzenwerke gebracht; bei dieser Operation wird das Eisen gereinigt und verliert die Schlacken. Man erhitzt das Eisen nach dieser Operation in Glühöfen und bringt es wieder unter die Cylinder: diese Operation heisst das Gerben und das erhaltene Eisen: gegerbtes Eisen.

Satz III. — Wenn das Erz reich an Metall ist, wendet man das Verfahren von Catalan an; man schmilzt das Mineral in einem Schachtofen und desoxydirt es durch Beimengung von Kohlen; die entstandene Kohlensäure wird durch die Gebläseluft hinweggeführt und man erhält

sogleich Stabeisen. Aus 100 Theilen Mineral zieht man 30 Gewichtstheile Stabeisen. — Wenn sich diese Eisenmassen in dem Schachtofen angesammelt haben, bilden sie eine Luppe, welche unter den Hammer gebracht und in geschmiedetes Eisen verwandelt wird, das gewöhnlich sehnig und von guter Qualität ist.

Satz IV. — Es bleibt jetzt noch übrig die Fehler des Stabeisens anzugeben, die man sorgfältig aufsuchen muss, um sich nicht Betrügereien und Unglücksfällen auszusetzen; diese Fehler sind: die Aschenflecken, fremde Stoffe, welche sich zwischen dem Metall befinden; die Querrisse; die Verdoppelungen, ungeschweisste Stellen; die Blasen, kleine ungeschweisste Stellen, welche wenig Ausdehnung haben und an der Oberfläche sind; Unterbrechungen der fortlaufenden Textur.

Stahlarten.

Erklärung. — Der Stahl hält wegen seines Kohlengehalts die Mitte zwischen dem Roheisen und dem Stabeisen; rothwarm erhitzt und rasch abgekühlt, wird er sehr hart und brüchig, und heisst gehärtet. Von der Art und Weise den Stahl zu härten oder dem Stahl die Härte zu geben, sei es in Wasser, Quecksilber oder fetten Körpern, hängt die Arbeit und der Erfolg des Fabrikanten ab. Stahl von guter Qualität muss bei einer geringen Hitze gehärtet, sehr hart werden; er muss gleichförmig sein und ein feines und gleiches Korn haben; er muss dem Stoss widerstehen und darf seine Härte nur durch Glühen verlieren.

Satz I. — Wenn der Stahl sehr hart gehärtet ist, erhitzt man ihn wieder um die Härte zu mässigen, welche um so geringer wird, je höher die Temperatur ist. Um den Härtegrad zu beurtheilen, beobachtet man die Färbung, welche der Stahl annimmt und welche eine Folge

der Bildung einer sehr dünnen Oxydhaut ist. Folgendes sind die Färbungen:

Gelb 220 Grade; Orange 245 Grade; Braun 255 Grade; Purpur 265 Grade; Blau 285 Grade; Indigoblau 300 Grade; Grün 320 Grade.

Satz II. — Man unterscheidet 4 Stahlgattungen: 1) den natürlichen oder Schmiedestahl, den man erhält, wenn man dem Gusseisen eine gewisse Menge Kohlenstoff entzieht, oder wenn die Entkohlung nicht vollständig ist; er dient zu Ackerwerkzeugen; 2) der Cementstahl, wird dadurch fabricirt, dass man dem Eisen Kohlenstoff zusetzt: man erreicht dieses Resultat, wenn man Kohle und Eisen in hermetisch verschlossenen Kisten glüht. Dieser Stahl ist mit kleinen Blasen bedeckt, daher der Name Blasenstahl. Zu der Kohle setzt man oft Russ oder Salz und bildet so den Cement; 3) der Gussstahl oder geschmolzene Stahl ist der geschätzteste; er wird dadurch erhalten, dass man Stücke von Cementstahl, welcher vermöge seiner Anfertigungsweise kein gleichförmiges Produkt gegeben hat, in Tiegeln schmilzt; 4) der damascirte Stahl endlich oder der Wootz, indische Stahl, erhält durch Beitzen mit verdünnten Säuren ein mohrartiges Aussehen. Man fabricirt ihn durch Erhitzen von gutem Eisen mit Coaks und Kienruss, oder indem man einen kohlenstoffreichen Stahl langsam erkalten lässt.

Satz III. — Folgendes ist die Zusammensetzung des französischen Stahls erster Qualität in 100 Gewichtstheilen:

Eisen 99,24; Kohlenstoff 0,65; Kieselerde 0,04; Phosphor 0,07.

Untergeordnete Metalle bei den Construktionen.

Erklärung. — Die vorzüglichsten Metalle bei den Construktionen sind, wie wir schon gesehen haben, das

Stabeisen, das Gusseisen, der Stahl. Es bleibt noch übrig das Zink, Kupfer und Blei anzuführen, welche man ebenfalls bei Bauten und Maschinen verwendet.

Das Zink kommt in der Natur unter der Form von kohlensaurem Zink oder Galmei und als Schwefelzink oder Blende vor. Wenn man diese Substanzen glüht, erhält man Zinkoxyd und dieses wird durch Erhitzen mit Kohle desoxydirt. — Eine oberflächliche Oxydation des Zinks verhindert das weitere Fortschreiten derselben; das Oxyd hängt fest an dem Metall an; und dieses ist einer der Gründe, wesshalb man das Zink zu Bedachungen verwendet. Es geht zu einem Viertel in die Zusammensetzung des Messings oder Gelbkupfers ein.

Das Kupfer kommt ebenfalls mit Schwefel im Kupferkies verbunden vor, welcher häufig mit Eisenkies gemischt ist. Dieses Mineral liefert nach dem Rösten das Rohkupfer, welches raffinirt wird. Das Raffiniren wird mit ein wenig Blei vorgenommen, das sich oxydirt und mit den fremden Bestandtheilen die Schlacke bildet. — Die schnelle Oxydation des Eisens hat zur Anwendung des Kupfers Veranlassung gegeben, namentlich für die Bauwerke im Meer. Seiner allgemeinen Anwendnng wird sein hoher Preis, seine geringere Widerstandsfähigkeit und sein beträchtlicheres specifisches Gewicht stets im Wege stehen.

Das Blei ist mit Schwefel vereinigt; das Mineral heisst Bleiglanz. Man gewinnt dieses Mineral wie das Zink. Das Blei dient zum Einkitten, zu Wasserleitungs-Röhren und wird zu Dachbedeckung, auf einen Millimeter Dicke ausgewalzt, verwendet.

Capitel IV.

Mechanik.

Grundsätze.

Erklärung. — Die Mechanik besteht aus 2 Theilen: der Statik, welche von den Gesetzen des Gleichgewichts der Körper handelt; und der Dynamik, welche die Körper im Zustande der Bewegung betrachtet. — Die Mechanik bezieht sich auf die festen Körper, die Hydraulik auf die flüssigen Körper. Wie wir später sehen werden, enthält die Hydraulik ebenfalls zwei Abtheilungen: die Hydrostatik, welche sich mit dem Gleichgewicht der Flüssigkeiten und die Hydrodynamik, welche sich mit ihrer Bewegung beschäftigt.

In diesem Capitel wird der erste Abschnitt der Untersuchung der Grundgesetze gewidmet sein, auf welchen die Wirkung der Kräfte auf die Körper im Gleichgewicht und in der Bewegung beruhet. In den andern Abschnitten werden wir die einfachen Maschinen, die mechanische Arbeit und die Reibung untersuchen.

Satz I. — Die Bedingungen des Gleichgewichts der Kräfte beruhen auf folgenden Grundsätzen:

1) Das Gleichgewicht ist derjenige Zustand der Körper, in welchem sich mehrere Kräfte wechselseitig aufheben. Wenn die Körper ihren Platz nicht verändern, so heisst dieses Gleichgewicht Ruhe.

2) Zwei gleiche entgegengesetzte Kräfte halten sich immer Gleichgewicht. Die ungleichen Kräfte verhalten sich zu einander, wie die Geschwindigkeiten, welche sie in derselben Zeit demselben Körper mittheilen.

3) Das Gleichgewicht ist stabil, wenn eine unendlich kleine Kraft den Körper nicht aus seiner Lage bringt,

oder wenn der Schwerpunkt in die Unterstützungsfläche fällt.

4) Das Gleichgewicht ist instabil, wenn eine unendlich kleine Kraft den Körper aus seiner Lage bringt, z. B. einen auf die Spitze gestellter Kegel, oder mit andern Worten, wenn der Schwerpunkt an das Ende der Unterstützungsfläche fällt. Diese Unterstützung kann auf eine Linie oder einen Punkt reducirt werden.

5) Zwei Kräfte oder Composanten, welche an einem festen Körper angebracht sind, haben eine Resultante, welche die einzige Kraft ist, die sie ersetzt; sie sind entweder parallel oder an einem Punkte angebracht.

6) Zwei parallele Kräfte haben eine Resultante gleich ihrer Summe und parallel zu den Composanten.

7) Zwei Kräfte, welche an einem Punkte in zwei Richtungen angebracht sind, können auf eine einzige Resultante zurückgeführt werden, welche in Grösse und Richtung durch die Diagonale eines Parallelogrammes ausgedrückt wird, dessen Seiten die Kräfte repräsentiren. Dieser Ausdruck heisst der Lehrsatz von dem Parallelogramm der Kräfte. — Es geht daraus hervor, dass, wenn drei Kräfte im Gleichgewicht sind, sie in derselben Ebene liegen.

8) Drei Kräfte, welche an einem Punkt nach drei Richtungen angebracht sind, können auf eine einzige Resultante zurückgeführt werden, welche nach Grösse und Richtung durch die Diagonale eines rechtwinkeligen Parallelopipedums vorgestellt werden kann, dessen Kanten die drei Kräfte ausdrücken. Dieser Ausdruck heisst der Lehrsatz von dem Parallelopiped der Kräfte. — Nach diesem Grundsatze ist es leicht eine unbestimmte Anzahl von Kräften auf eine einzige Resultante zurückzuführen. Man muss nicht vergessen, dass das Quadrat der Diagonale eines rechtwinkeligen Parallelopipeds gleich ist der Summe der Quadraten der drei anliegenden Kanten.

Satz II. — Der Punkt, in welchem die Kraft oder die Schwere, oder das Gewicht angebracht ist, welches

einen Körper nach dem Mittelpunkt der Erde zieht, ist der Schwerpunkt. Man bestimmt den Schwerpunkt dadurch, dass man den Körper an einem Faden aufhängt; der Faden, welchen man sich durch den Körper verlängert denkt, geht durch den Schwerpunkt. Man wiederholt diese Operation mit einer andern Seite des Körpers; der Schwerpunkt befindet sich auch in diesem zweiten Faden, welcher durch den Körper verlängert, den ersten Faden schneidet. Der Durchschnittspunkt ist der Schwerpunkt.

Bei gleichartigen und regelmässigen Körpern, so wie bei Flächen, ist der Mittelpunkt der Figur der Schwerpunkt. — Der Schwerpunkt unregelmässiger Körper, und derjenigen Körper, welche aus mehreren andern zusammengesetzt sind, z. B. mehrerer Kugeln, welche an einer Stange befestigt sind, wird gefunden, wenn man das Gewicht eines jeden Körpers durch eine composante Kraft vorstellt. Alle diese Composanten geben vereinigt eine Resultante, deren Angriffspunkt — wir wiederholen es — der Schwerpunkt ist.

Satz III. — Wenn ein Körper auf einer Fläche ruht, übt er einen Druck aus; wenn er nur einen Berührungspunkt hat, ist der Druck das Gewicht des Körpers; wenn er auf zwei Stützpunkten aufruht, so schneidet die Senkrechte, welche durch den Schwerpunkt geht, die Verbindungslinie dieser beiden Punkte. Diese Senkrechte repräsentirt das ganze Gewicht; sie ist die Resultante der beiden andern Kräfte oder Drucke auf diese beiden Punkte, deren Entfernung man kennt. Die Auflösung ist dann leicht zu finden wie bei den Hebeln. — Ebenso verhält es sich mit einem Körper, der auf drei Punkten ruht (Dreifuss). Der Schwerpunkt dieses Dreifusses mit dem Gewicht geht durch den Mittelpunkt des Dreiecks, welches die drei Stützpunkte bilden: man zerlegt die Kraft oder das Gewicht, welches im Schwerpunkt wirkt, in zwei andere Kräfte, von welchen die erste an der Spitze des Dreiecks, die andere auf seiner Grundlinie wirkt. Die auf der Grundlinie wird noch einmal zerlegt.

Man erhält dadurch drei Kräfte, welches die drei Drucke sind, um deren Auffindung es sich handelt. Anders ist es, wenn ein Körper auf mehr als drei Punkten aufruht. Die Aufgabe ist alsdann unbestimmt und kann nicht mehr gelöst werden.

Nachdem wir das Gleichgewicht der Körper in der Ruhe untersucht haben, wollen wir auch das Gleichgewicht der Körper in Bewegung untersuchen.

Satz IV. — Die Bedingungen der Bewegung der Körper können durch folgende Erklärungen und Grundsätze festgesetzt werden:

1) Die Trägheit ist die Eigenschaft der Materie sich nur durch die Kraft zu bewegen. Die Kraft ist die Fähigkeit die Materie in Bewegung zu setzen. Die Körper sich bewegen zu lassen, ohne ihnen eine Bewegung mitzutheilen, ohne eine Kraft an denselben anzubringen, oder mit einem Wort, denselben die Trägheit zu benehmen, heisst mechanischer Wahnsinn oder das Aufsuchen der fortwährenden Bewegung, das Perpetuum mobile, und in der Arzneiwissenschaft Geisteskrankheit. Wir werden hier nur die Worte definiren; die Beweise werden zu gehöriger Zeit und gehörigen Ortes nachfolgen.

2) Die Bewegung ist gleichförmig, wenn die durchlaufenen Räume in gleichen Zeiten gleich sind. — Die Bewegung ist periodisch gleichförmig, wenn diese Gleichförmigkeit nur für gewisse durchlaufene Räume stattfindet; ein solcher Raum ist die Periode, und die zum Durchlaufen nöthige Zeit ist die Dauer der Periode. — Die Bewegung ist veränderlich, wenn die durchlaufenen Räume in gleichen Zeiten ungleich sind, oder mit anderen Worten, wenn die Geschwindigkeit nicht constant ist. — Die Bewegung ist gleichförmig veränderlich, so oft die Geschwindigkeit der Bewegung in gleichen Zeiten um gleiche Grössen zu- oder abnimmt. In dem ersten Falle ist die Bewegung gleichförmig beschleunigt, im zweiten Falle gleichförmig verzögert.

3) Der in der Zeiteinheit durchlaufene Raum ist die Geschwindigkeit; die Formel ist:

$$e = vt \text{ woraus } v = \frac{e}{t} \text{ und } t = \frac{e}{v} \text{ folgt.}$$

(e ist der Raum; g die Geschwindigkeit; t die Dauer der Bewegung; aus dieser Gleichung ergibt sich, dass wenn zwei von diesen drei Werthen gegeben sind, der dritte gefunden werden kann).

4) Die Geschwindigkeit der veränderlichen Bewegung ist schwer zu ermitteln, weil sie sich jeden Augenblick ändert; aber man kann sie in der Theorie für einen unendlich kleinen Zeitraum, und in der Praxis für einen sehr kleinen Zeitraum als constant ansehen. — Um durch Zeichnung diese Geschwindigkeit in einem gegebenen Moment zu bestimmen, bezeichnet man auf einer geraden Linie gleichweit von einander entfernte Punkte (Abscissen), welche die Zeit vorstellen; man errichtet auf denselben Senkrechte (Ordonaten), auf welchen man die bezüglichen durchlaufenen Räume aufträgt; die miteinander verbundenen Endpunkte dieser Ordonaten bilden eine Curve, welche die Geschwindigkeit ausdrückt.

5) Die Winkelgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit eines Punktes, welcher von der Rotationsachse um eine Länge gleich der Einheit entfernt ist; wenn diese Geschwindigkeit gegeben ist, erhält man die absolute Geschwindigkeit, indem man die Winkelgeschwindigkeit mit der Entfernung des fraglichen Punktes von der Achse multiplicirt.

6) Die Geschwindigkeiten, welche einem und demselben Körper durch zwei Kräfte mitgetheilt werden, welche auf diesen Körper genau unter denselben Verhältnissen wirken, sind proportional den Grössen dieser Kräfte. — Diese Kräfte verhalten sich zu einander, wie die Massen, denen sie in derselben Zeit gleiche Geschwindigkeiten mittheilen. — Es ergibt sich daraus, dass, wenn Kräfte nach derselben Richtung wirken, sie einander

verstärken, und dass die Geschwindigkeiten sich ebenfalls verstärken. Es folgt weiter daraus, dass wenn diese Kräfte in gerade entgegengesetzter Richtung wirken, sie einander aufheben, ebenso wie die Geschwindigkeit; das heisst mit andern Worten, dass, wenn die Kräfte entgegengesetzt sind, ein Stoss entsteht, und dass die Wirkung immer der Gegenwirkung gleich ist.

7) Was in Bezug auf das Parallelogramm und das Parallelopiped der Kräfte gesagt wurde, findet auch auf die Geschwindigkeiten Anwendung. Wenn die Seiten eines Parallelogramms und wenn die drei Kanten eines Parallelopipeds die Geschwindigkeiten vorstellen, so drücken die Diagonalen die Resultanten aus. Die Lehrsätze haben den Namen der Lehrsätze des Parallelogramms und des Parallelopipeds der Geschwindigkeiten.

8) Die letzte Erklärung betrifft die Körper bezüglich der Geschwindigkeit. Die Grösse der Bewegung oder das dynamische Moment ist das Produkt der Masse des Körpers in seiner Geschwindigkeit. — Die lebendige Kraft eines Körpers ist das Produkt seiner Masse in das Quadrat seiner Geschwindigkeit. — Das Moment der Trägheit ist das Produkt seiner Masse in das Quadrat seiner Entfernung von der Rotationsachse. — Endlich das Moment einer Kraft ist das Produkt dieser Kraft in die Entfernung ihres Angriffspunktes.

Satz V. — Die Bedingungen des freien Falles der Körper können durch folgende Sätze bestimmt werden:

1) Die Wirkung der Schwere auf einen Körper ist das Gewicht. Je mehr man sich dem Mittelpunkte der Erde nähert, je grösser wird diese Kraft.

2) Die zunehmende Beschleunigung dieser Anziehungskraft, oder die Beschleunigung der Geschwindigkeit in der Sekunde beträgt $9^{m},81$. Diese Grösse wird immer mit dem Buchstaben g bezeichnet.

3) Während ihres Falls sind die Körper dem Widerstand der Luft ausgesetzt, in der Praxis lässt

man diesen Widerstand unberücksichtigt und betrachtet die Körper als ob sie im leeren Raum fielen. Wenn wir dieselbe Bezeichnung wie oben (Satz IV) annehmen, hat man $v = gt$; darnach hätte ein Körper, welcher 10 Sekunden gefallen wäre, eine Geschwindigkeit $= 10 \times g = 10 \times 9{,}81 = 98^m\ 10$. — Führen wir in diese Formel ein neues Element, die Fallhöhe, ein, so erhalten wir die Geschwindigkeit, die Zeit und die Höhe in Funktionen von einander: $h = \frac{1}{2}\, gt^2$; $t = \sqrt{\frac{2\,h}{g}}$; $v = \sqrt{2\,gh}$.

4) Die erlangte Geschwindigkeit eines Körpers, welcher vermöge der Schwere frei herabfällt, ist der seit dem Anfang des Falls verflossenen Zeit proportional.

5) Bei der Bewegung eines Körpers, welcher frei herabfällt, wirkt die Schwere immer gleichmässig, welche Geschwindigkeit der Körper auch erreicht hat. Man versteht unter Geschwindigkeit den Raum, welcher in einer Sekunde, als Zeiteinheit, durchlaufen wird. Die Schwere erzeugt die Beschleunigung; die Bewegung ist in diesem Falle gleichförmig beschleunigt.

6) Ein Körper, welchen man in einer nicht verticalen Richtung in den Raum schleudert, wird durch die Schwerkraft nach der Erde herabgezogen; die Linie, welche er durchläuft oder seine Bahn ist eine Parabel.

Satz VI. — Die kreisförmige Bewegung erzeugt die Centrifugalkraft, welche die Körper von dem Rotationsmittelpunkt zu entfernen strebt, was daher rührt, dass der Körper jeden Augenblick sich in gerader Linie nach der Richtung der Bewegung, welche er im vorhergehenden Augenblick hatte, zu bewegen strebt. — Die Centrifugalkraft ist proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit des Körpers, und steht im umgekehrten

Verhältniss zum Halbmesser des Kreises, welchen er beschreibt, sie ist $= \frac{pv^2}{gr}$.

(p ist das Gewicht des Körpers, v die Geschwindigkeit in Metern per Sekunde, r die Entfernung des Mittelpunkts der Bewegung von dem Mittelpunkt des Körpers.)

Man bedient sich dieser Kraft nicht bloss bei den equilibristischen Künsten, sondern auch in der Industrie; die Centrifugalmaschinen zum Trocknen der Leinwand sind ein Beweis dafür: man lässt die Gewebe sich sehr schnell in einer Trommel drehen, von welcher sie zurückgehalten werden, während bloss das Wasser durch die kleinen Löcher entweicht, mit denen die Oberfläche der Trommel versehen ist. Der Centrifugal-Regulator, den man auch den konischen Pendel nennt, ist ein bekannteres Beispiel der Anwendung dieser Kraft. Dieser Regulator besteht aus 4 gegliederten Stangen, von welchen zwei mit Kugeln versehen sind. Die Höhe dieses Pendels ist $h = \frac{g}{v^2}$; v ist die Winkelgeschwindigkeit der Rotation.

Einfache Maschinen.

Erklärung. — Der Hebel und die schiefe Ebene werden einfache Maschinen genannt, weil alle andern Maschinen aus ihnen zusammengesetzt sind. — Es handelt sich hier blos von den Bewegungsmaschinen, welche die Fortpflanzung oder Umänderung der Bewegung zum Zwecke haben; — die Fortpflanzung, wenn die bewegende Kraft von der Werkstätte entfernt ist, die Umänderung, wenn die Arbeit auf Kosten der Schnelligkeit oder mit Ersparniss an Kraft; oder umgekehrt ausgeführt werden soll; und immer in Folge des grossen, mechanischen Grundsatzes: was man an Kraft oder Schnelligkeit gewinnt, verliert man an Schnelligkeit oder Kraft.

Der Hebel kommt in der Gestalt von Wagen, Rollen, Haspeln, gezahnten Rädern, Krahnen etc. vor. — Die schiefe Ebene ist die Grundlage der Keilpressen, der Karren, der Schrauben u. s. w. — Die Bewegung eines Körpers auf einer schiefen Ebene gibt die Elemente des Pendels. Wir werden diese verschiedenen Anwendungen des Hebels und der schiefen Ebene untersuchen, nachdem wir zuerst die Gesetze, auf welchen sie beruhen, aufgestellt haben.

Satz I. — Der Hebel ist eine unbiegsame Stange, an deren Enden Kräfte wirken, die sie um einen Punkt zu drehen suchen, welcher der Stützpunkt heisst, und diese Stange in zwei Theile theilt, welche Hebelärme heissen, und den Grössen der Kräfte umgekehrt proportional sind. Man kann das Gewicht des Hebels ausser Rechnung lassen, wenn der Schwerpunkt mit dem Unterstützungspunkt zusammenfällt.

Das Gesetz des Hebels verdankt man dem Archimedes. Es ist leicht, dasselbe in die algebraische Sprache zu übersetzen. Es sey p die Kraft, welche an dem Hebelarm a wirkt und q die Last, welche an den Hebelarm b wirkt, so erhält man die Proportion:

$$p : q = b : a; \text{ woraus } p = q\frac{b}{a}.$$

Zusatz I. — Das Moment einer Kraft ist, wie wir gesehen haben, gleich dem Produkt aus dieser Kraft in die Entfernung von ihrem Angriffspunkt; aus dieser Erklärung folgt, dass mehrere an einem Hebel angebrachte Kräfte im Gleichgewicht sind, wenn die Summe der Momente der Kräfte, welche den Hebel nach einer Richtung zu drehen streben, gleich der Summe jener ist, welche ihn nach entgegengesetzter Richtung zu drehen suchen.

Zusatz II. — In Bezug auf den Angriffspunkt der Kraft unterscheidet man drei Arten von Hebel: bei dem Hebel der ersten Art liegt der Stützpunkt zwischen der

Kraft und der Last; diese Einrichtung ist der Kraft bald günstig bald nachtheilig. — Bei dem Hebel der zweiten Art befindet sich die Last zwischen der Kraft und dem Stützpunkt; diese Einrichtung ist der Kraft immer günstig. — Endlich bei dem Hebel der dritten Art ist die Kraft zwischen der Last und dem Stützpunkt angebracht; diese Einrichtung ist der Kraft immer ungünstig.

Um diese Schlüsse gehörig zu verstehen, genügt es die Einrichtungen durch Zeichnung zu versinnlichen. Man wird zugleich sehen, dass diese Regel umgekehrt auf die Geschwindigkeit Anwendung findet; der Hebel der ersten Art ist der Geschwindigkeit bald günstig bald ungünstig; der Hebel der zweiten Art ist der Geschwindigkeit immer ungünstig, der Hebel der dritten Art ist der Geschwindigkeit immer günstig. Man sieht also hier wieder, dass man an Geschwindigkeit verliert, was man an Kraft gewinnt.

Satz II. — Eine genaue Wage muss folgende Bedingungen erfüllen: der Wagebalken muss in zwei gleiche Theile getheilt sein; er muss horizontal sein; um sich von der ersten Bedingung zu überzeugen, verwechselt man die Gewichte in den Wagschalen, die sich das Gleichgewicht halten. Vermittelst der doppelten Wägung kann man sich auch einer ungenauen Wage bedienen; man legt den zu wiegenden Körper in eine Wagschale und bringt ihn mittelst eines andern Körpers, eines Gefässes, in welches man Wasser oder Bleischrote oder Sand schüttet, in's Gleichgewicht; man nimmt sodann den zu wiegenden Körper heraus und ersetzt ihn durch Gewichte, welche dieselbe Wirkung erzeugen.

Satz III. — Wenn das Gehäuse einer Rolle an einem festen Punkt befestigt ist, so ist die Kraft gleich der Last; — wenn die Rolle auf dem Seil aufruht, ist die Zugkraft gleich der halben Last, unter der Bedingung, dass die Seile senkrecht sind; wenn die Seile geneigt sind, so ist die Kraft die Composante eines Kräften-Parallelogramms, dessen Diagonale die Last ist; —

— wenn das Seil horizontal ist, so sind die Kräfte unendlich, oder mit andern Worten, keine Kraft ist im Stande einen Faden horizontal zu spannen. Dieses lässt sich begreifen: der Faden hat ein bestimmtes Gewicht; dieses Gewicht wirkt auf den Schwerpunkt und keine horizontale Kraft kann es aufheben.

Mehrere mit einander verbundene Rollen bilden die Maschine, welche man Flasche nennt. Wir haben so eben gesehen, dass eine Rolle, welche auf ihrem Seil ruht, zum Gleichgewicht eine Kraft, gleich der Hälfte der Last, nöthig hat. Wenn nun die Flasche vier Rollen enthält, so wird die Kraft gleich der halben Last getheilt durch vier oder ein Achtel sein. Wenn man daher die Anzahl der Rollen vermehrt, kann man mit einer sehr geringen Kraft eine bedeutende Last heben.

Satz IV. — Um eine grosse Kraft auf einen Körper auszuüben, befestigt man ihn an ein Seil, das man auf eine Walze aufrollt, die man Haspel heisst; man dreht die Walze, welche horizontal liegt mit Hebeln, steht sie vertikal, so heisst sie Cabestan oder Göpel. — Das Hebzeug ist ein Haspel, der in einem Gerüste angebracht ist, an dessen oberen Ende man eine Rolle befestigt hat, über welche das Seil läuft; das Hebzeug dient zum Aufrichten von Zimmergerüsten.

Das Verhältniss des Gleichgewichts wird durch das Gewicht multiplizirt mit dem Halbmesser der Welle, oder durch die Kraft multiplizirt mit dem Hebel ausgedrückt. Wenn die Länge des Hebels 10 und der Halbmesser der Welle 1 ist, so ist das zu hebende Gewicht 10mal grösser als das welches hebt.

Satz V. — Die gezahnten Räder und die Räder und Getriebe dienen zur Fortpflanzung der Kraft bei Maschinen, welche der bewegenden Kraft näher liegen. Wenn die bewegende Kraft entfernt ist, bedient man sich der Laufriemen. Wenn das gezahnte Rad auf eine gezahnte Stange wirkt, so heisst die Maschine

Winde. — Wenn man eine Welle vermittelst Räder und Getriebe dreht und das Seil oder die Kette über eine Rolle laufen lässt, welche an einem Gerüste befestigt ist, so erhält man eine Maschine, die man Krahnen nennt. — Wenn das Rad, welches eingreifen soll, sehr klein ist, heisst es Getriebe.

Die Dicke der Zähne ist ihre Abmessung in der Richtung des Umfangs; die Länge ihre Abmessung in der Richtung des Radius; die Breite, jene in der Richtung der Achse; der Zwischenraum zwischen zwei Zähnen ist ihre Weite, welche zu der Dicke hinzugerechnet den Gang der Verzahnung bildet.

Um zur Vollkommenheit eines jeden Verzahnungs-Systems zu gelangen, muss man die Zähne so klein und so zahlreich wie möglich machen.

Die Bedingungen des Gleichgewichtes sind dieselben wie beim Hebel; sie können folgendermassen zusammengefasst werden:

1) Der Radius des Getriebes verhält sich zum Radius des Rades wie 1 zu der Anzahl der Umgänge, welche das Getriebe bei einem Umgang des Rades machen muss, daher: $r : r' = n : 1$ und

$$r = r'n$$

(r und r' sind die Halbmesser der Kreise; n die Anzahl der Umläufe, welche der Kreis machen muss, dessen Radius r' ist.)

2) Der Werth der Halbmesser ist:

$$r = \frac{nd}{n+1} \quad , \quad r' = \frac{d}{n+1}$$

($d = r + r'$ oder die Entfernung zwischen den Mittelpunkten dieser Kreise, die man Grundkreise oder Verhältnisskreise heisst, und welche als Grundlagen für die Eintheilung der Zähne dienen.)

3) Die Anzahl der Zähne, welche bei einem Verzahnungssystem immer gleich bleibt, verhält sich wie der Umfang der Räder und folglich wie ihr Halbmesser.

4) Die Anstrengung, welche ein Zahn in der Praxis

auszuhalten hat, ist gleich der Maximum-Grösse der Arbeit, welche von dem Rad fortgepflanzt wird, getheilt durch die Geschwindigkeit des Umfangs des Grundkreises. — Von dem Widerstande, welchen die Zähne leisten müssen, wird in dem folgenden Capitel die Rede sein.

Satz VI. — Der Riemen ohne Ende, welcher über 2 Trommeln oder Walzen lauft, dient zur Fortpflanzung der Bewegung von einer entfernten bewegenden Maschine auf die Bestandtheile eines oder mehrerer Mechanismen. Um die Bewegung aufzuhalten, lässt man den Riemen auf die Seite des Wellbaums gleiten, welcher durch die Trommel geht; die beiden Theile des Riemens heissen Riementheile. Der bewegende Riementheil muss stärker als der andere Riementheil gespannt sein. Auf diesem Unterschied in der Spannung beruht die Kraft.

Bei den Riemen muss die Dicke und Breite bestimmt werden. Was die Dicke betrifft, so kann man den Riemen eine Spannung von 0,25 Kilogramme auf den Quadratmillimeter Durchschnittsfläche aushalten lassen, wodurch die Breite nach ihrer Dicke bestimmt werden kann. Was die Breite betrifft, so ist Folgendes die praktische Regel: ein Riemen von $0,^{m}08$ Breite und einer Geschwindigkeit von 160 Meter per Minute kann eine Pferdekraft fortpflanzen. — Im Allgemeinen nimmt man an, dass die Breite der Riemen im umgekehrten Verhältniss zur Schnelligkeit steht.

Dieses sind die Hauptanwendungen des Hebels. Wir wollen jetzt, wie wir uns vorgesetzt haben, zur Untersuchung der schiefen Ebene übergehen.

Satz VII. — Ein Körper, welcher auf einer schiefen Ebene liegt, hat, vermöge der Schwerkraft, das Bestreben herunterzugleiten. Die resultirende Kraft zerlegt sich in zwei Composanten, deren eine senkrecht auf die schiefe Ebene durch den Widerstand derselben aufgehoben wird; die andere parallele aber den Körper zum Herabgleiten zwingt; sie würde ihre ganze Wirkung ausüben, wenn

die Reibung nicht wäre. Aber diese Reibung ist manchmal hinreichend das Herabgleiten zu verhindern, namentlich wenn die Oberfläche rauh und wenig geneigt, und wenn der Körper schwer ist, denn alsdann vermehrt er die Reibung. Wir werden später sehen, dass die Reibung dem Druck proportional ist. — Die Hälfte dieses Kräften-Parallelogramms ist dem Dreieck ähnlich, welches durch die schiefe Ebene gebildet wird; daher besteht für das Gleichgewichts-Verhältniss folgender Ausdruck: »die Kraft, welche den Körper auf der schiefen Ebene zurückhält, verhält sich zum Gewicht des Körpers, wie sich die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge verhält«. Wenn daher die Höhe ein Viertel der Länge ist, so ist die Kraft ein Viertel des stattfindenden Widerstands oder des Gewichts.

Dieses Gleichgewichts-Verhältniss kann auch folgendermassen ausgedrückt werden: »Die Kraft verhält sich zum Widerstand wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge«.

Man macht alle Arten von schiefen Ebenen; man lässt Fässer, welche durch Seile gehalten werden, auf Stiegen herabrollen, man hebt sie auf Wagen mit langen Brankarden oder Rollwagen; man bedient sich der Keile, welches schiefe Ebenen sind, auf deren Höhe oder Rücken des Keils die Kraft wirkt. Die Schraube ist ebenfalls eine schiefe Ebene, welche um eine Spindel gelegt ist. Die Formeln über den Druck, welcher von den Körpern auf die schiefe Ebene ausgeübt wird, finden sich in dem Abschnitt, welcher für die Reibung bestimmt ist.

Satz VIII. — Die Bewegung eines Körpers auf einer schiefen Ebene folgt dem Gesetze der frei fallenden Körper; die Geschwindigkeit, welche der Körper auf dieser Ebene erlangt, ist daher gleich jener, welche der Körper durch den freien Fall von derselben, vertical gemessen, erhalten hätte. — Wenn die Höhe der Ebene ein Viertel ihrer Länge beträgt, so ist die Geschwindigkeit, welche der Körper am Ende einer Sekunde erlangt haben wird,

viermal kleiner als wenn er während einer Sekunde frei und nach der Vertikalen gefallen wäre.

Um die Bewegung eines Körpers auf einer krummen Oberfäche zu untersuchen, betrachtet man die Krümmung aus unendlich vielen schiefen Ebenen zusammengesetzt. Dies ist die Bewegung eines Pendels, von welchem eine Schwingung eine Dauer von

$t = \pi \sqrt{\frac{1}{g}}$ hat. (l ist die Länge des Pendels). —

Diese Formel, in die gewöhnliche Sprache übersetzt, zeigt, dass wenn sich die Länge des Pendels ändert, die Dauer der Schwingung sich wie die Quadratwurzel dieser Länge ändert. — Um die Länge eines Pendels zu finden, dessen Schwingungen eine bekannte Dauer haben, leitet man sie von derselben Formel ab, und erhält:

$$l = \frac{g t^2}{\pi^2}$$

Der Sekundenpendel, für welchen $t^2 = 1$, hat desshalb eine Länge $= \frac{g}{\pi^2} = 0,^{m}99.$

Zusatz. — Wenn man die Gleichung $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ entwickelt, erhält man $g = \frac{\pi^2 l}{t^2}$. Man hat den Werth von g unmittelbar gemessen, indem man einen Körper frei fallen liess, und hat denselben $= 9,^{m}81$ gefunden; jetzt braucht man, um ihn zu berechnen, nur die Dauer einer Schwingung zu suchen, indem man einen Pendel eine gewisse Zeit schwingen lässt und die Anzahl der Schwingungen zählt, woraus man die Dauer einer Schwingung ableiten kann; π und l sind bekannt, und die Gleichung kann aufgelöst werden; man erhält auf diese Weise g auch gleich $9,^{m}81$. In der Theorie nimmt man an, der Pendel bestehe aus einem gewichtlosen Faden,

an welchem ein Körper hängt, der auf einen Punkt, welchen man den materiellen Punkt heisst, reducirt ist. Dieser eingebildete Pendel bewegt sich in dem leeren Raum und ohne alle Reibung an dem Aufhängepunkt; man heisst ihn einfachen Pendel, im Gegensatz zum zusammengesetzten Pendel, welcher wirklich aus einer metallischen Stange besteht, die sich in einer linsenförmigen und von den Uhrmachern so gearbeiteten Körper endigt, dass er so wenig wie möglich Widerstand und Reibung darbietet.

Satz IX. — Die Schwungräder der Maschinen haben den Zweck die Kraft des Motors, welche nicht sogleich gebraucht wird, aufzusparen, und diesen Theil in dem Augenblick zurückzugeben, wo es nöthig ist, damit der Gang der Maschine gleichförmig wird.

Diese Regulirueg ist nöthig, wenn die Kraft und der Widerstand periodisch veränderlich sind, wie bei den Walzwerken, bei den Hammerwerken etc.; sie hängt übrigens von lokalen Umständen ab, jedoch nimmt man an, dass der Radius so gross als möglich gemacht, und dem Schwungrad eine Geschwindigkeit gegeben wird, welche nicht mehr als 25 Meter in der Sekunde beträgt, und dass man es so nahe als möglich an dem Maschinentheile anbringen müsse, dessen Bewegung veränderlich ist.

Die Ermittelung des Gewichts des Schwungrades ist der Hauptpunkt bei dieser Frage, die man vereinfacht, indem man das Gewicht der Arme oder Speichen hinweglässt und nur das des Ringes in Betracht zieht. Dieser letzte Werth kann in einer Funktion der Kraft der Maschine und in einer Funktion der Dimensionen des Ringes ausgedrückt werden. Folgendes sind diese beiden Gleichungen für ein gusseisernes Schwungrad:

P (als Funktion der Kraft der Maschine ausgedrückt) $= \frac{En^2}{v^2}$

(P ist das Gewicht des gusseisernen Schwungrades;

v seine Geschwindigkeit in der Sekunde am Umfang in Metern ausgedrückt; *n* die Arbeit in Dampf-Pferdekräften; *E* der Coefficient = 7,500 im Durchschnitt für eine Maschine von 30 Pferdekräften, welche keine Stösse macht).

P (als Funktion der Dimensionen des Ringes) = 45240 $a \cdot b \cdot r$ (*a* Breite des Rings parallel zur Achse; *b* seine Dicke in der Verlängerung des Radius; *r* der mittlere Radius des Ringes.)

Mechanische Arbeit.

Erklärung. — Die mechanische Arbeit ist das Resultat der Wirkung einer Kraft auf einen Körper; die mechanische Arbeit hat verschiedene Namen: mechanische Kraft, Wirkungsmoment, dynamischer Effekt; Wirkungsgrösse oder Arbeitsgrösse. Diese Arbeit kann immer auf ein Gewicht zurückgeführt werden, das auf eine gewisse Höhe gehoben wird. — Die Einheit dieses Masses ist ein Kilogramm, das auf die Höhe eines Meters gehoben wird; diese Einheit heisst Kilogramm-Meter; man drückt sie durch das Zeichen 1 Kilogr.^{m}, oder $1^{k.m.}$, oder 1^{km}. aus. Um die Arbeit zu ermitteln, ohne jedesmal die Zeit zu berücksichtigen, nimmt man die Sekunde als Zeiteinheit an.

Wenn es sich um Maschinen handelt, nimmt man als Arbeitseinheit diejenige an, welche in 10 Stunden von einem Pferd verrichtet wird, welches 75 Kilogramm einen Meter hoch in einer Sekunde hebt. Die gewöhnlichen Pferde heben nur 40 bis 50 Kilogramme. Diese Kraft wurde von James Watt Pferdekraft genannt zur Zeit als die Maschinen der Fabriken durch Pferdegöpel in Bewegung gesetzt wurden. Der Ausdruck ist unter dem Namen Dampf-Pferdekraft geblieben, als der Dampf die Stelle der Pferde vertrat. Diese Einheit hat keinen gesetzlichen Cours; sie ist die Münze der industriellen Arbeit; man misst sie mit Dynamometern

oder Instrumenten, welche aus einer Verbindung von Stahlfedern bestehen, auf welche der Druck ausgeübt wird, den ein Zeiger auf einem Zifferblatt anzeigt. Wenn man daher sagt: eine solche Maschine hat eine Kraft von 10 Pferden oder 10 Dampf-Pferdekräften, so versteht man darunter, dass sie 10mal 75 Kilogramme auf eine Höhe von einem Meter in der Sekunde heben kann.

Satz I. — Die bewegenden Kräfte werden durch belebte Wesen oder belebte Motoren hervorgebracht: den Menschen, das Pferd, den Esel, den Ochsen etc. und durch leblose Motoren oder physische Kräfte: die Elasticität der Federn, die freifallenden Körper, das fliessende Wasser, den Wind, die Ausdehnung der Gase, durch die Wärme, die Elasticität, den Magnetismus. — Wir wollen bei allen Ermittelungen der Arbeit den Tag annehmen: Tag und Nacht zu 24 Stunden gerechnet. Die Geschwindigkeit ist das Resultat der natürlichen Bewegung der Glieder während einer mittleren Arbeit von 10 Stunden ohne Anstrengung. Ein Pferd wird also im Schritt 10 Stunden machen; im Gallop wird es nur 5 Stunden per Tag von 24 Stunden laufen.

Folgendes ist der Betrag der mechanischen Arbeit der belebten Motoren:

Gattung der Motoren:	Gelieferte Arbeit in Kilogramm-Metern
Ein Mensch, welcher auf hozizontalem Wege und ohne Last 10 Stunden lang geht, und nur sein eigenes Köpergewicht fortbewegt	351,000
Ein Mensch, welcher auf einer schiefen Ebene aufsteigt, ohne Last, d. h. nur sein eigenes Körpergewicht während 8 Stunden hinaufhebt	280,000
Ein Arbeiter, welcher 6 Stunden lang Gewichte aufhebt	77,760
Ein Arbeiter, welcher Gewichte 6 Stunden lang eine Rampe hinaufträgt und leer zurückkommt . . .	43,200
Ein Arbeiter, welcher 10 Stunden Erde mit der Schaufel 1,m6 hoch wirft	38,800
Ein Arbeiter, welcher an einer Maschine 8 Stunden lang arbeitet	260,000
Ein Arbeiter, welcher Materialien in einem Karren 7 Stunden lang transportirt.	180,000

Gattung der Motoren:	Gelieferte Arbeit in Kilogramm-Metern
Ein Arbeiter, welcher Materialien in einem Schubkarren 7 Stunden lang transportirt	108,000
Ein Arbeiter, welcher Lasten auf seinem Rücken 10 Stunden lang transportirt	590,000
Ein Pferd, welches an ein Fuhrwerk gespannt 10 Stunden lang im Schritte geht	2,168,000
Ein Pferd, welches 5 Stunden lang im Trab geht . .	1,538,100
Ein Pferd, welches in einem Göpel 5 Stunden lang im Trab geht	972,400
Ein Pferd, welches Lasten in einem Karren transportirt und 10 Stunden lang im Schritt geht	2,772,000
Ein Pferd, welches auf dem Rücken trägt und 10 Stunden lang im Schritt geht	4,750,000
Ein Pferd, welches auf dem Rücken trägt und 7 Stunden lang im Trab geht	4,435,000
Ein Ochse, welcher in einem Göpel 10 Stunden lang im Schritt geht	1,037,000
Ein Maulthier, welches in einem Göpel 10 Stunden lang im Schritt geht	778,000
Ein Esel, welcher in einem Göpel 10 Stunden lang im Schritt geht	323,000

Satz II. — Bei den leblosen Motoren sind die Kräfte durch die spezielle Beschaffenheit des Stoffes und durch ökonomische Rücksichten beschränkt. So springt eine zu stark gespannte Feder, und der zu heftige Wind, der Orkan, stürzt die Maschinen um. In Bezug auf diese Motoren kann man keine Vorschriften geben. — Bei den belebten Motoren sind die Kräfte durch die Natur des Organismus beschränkt. So geht ein zu schwer beladenes Pferd nicht weiter, ein Pferd ohne Last läuft nicht schneller als ein Pferd mit einer mässigen Last, zwei zusammengespannte Pferde sind weit davon entfernt, die doppelte Last eines Pferdes zu ziehen.

Die natürlichen Grenzen der Arbeit, die man von den belebten Motoren verlangen kann, werden durch die Erfahrung bestimmt. Sie können in folgenden durch Erfahrung ermittelten Angaben zusammengefasst werden:

1) Der Mensch wiegt im Durchschnitt 70 Kilogramme;

2) das grösste Gewicht, das er tragen kann ist 150 Kilogramme;

3) er kann 300 Kilogramme aufheben;

4) sein Vermögen beim Ziehen ist 60 Kilogramme, ebenso beim Stossen;

5) die Geschwindigkeit eines Läufers ist 13 Meter in der Sekunde, gewöhnlich ist sie 7 Meter in der Sekunde;

6) die Geschwindigkeit des gewöhnlichen Ganges ist 2 Meter in der Sekunde;

7) der Gang des Reisenden ist 1,^{m}60 in der Sekunde;

8) der horizontale Schritt des Menschen ist 0,^{m}65;

9) die grösste Höhe, welche der Mensch ohne Unbequemlichkeit steigen kann, ist 0,^{m}25;

10) der Soldat legt mit 15 bis 20 Kilogrammen beladen 50 Kilometer in 10 Stunden täglichen Marsches zurück;

11) ein Lastträger macht, mit 44 Kilogrammen beladen, 20 Kilometer täglich;

12) die Lastträger (Sackträger) tragen 80 Kilogramme 30 Meter weit und machen 300 Gänge täglich;

13) das Pferd wiegt 300 bis 700 Kilogramme, das Poney wiegt 200 Kilogramme;

14) die grösste Wirkungskraft des Pferdes ist 500 Kilogramme, das Omnibuspferd oder Postpferd übt eine Wirkung von 450 Kilogrammen aus;

15) die grösste Geschwindigkeit der Rennpferde während einer Viertelstunde ist 15 Meter per Sekunde;

16) die Geschwindigkeit im gewöhnlichem Gallop ist 10 Meter in der Sekunde, im Trab 3,^{m}50, im starken Schritt 2 Meter, im kurzen Schritt 1 Meter;

17) die Postpferde ziehen 500 Kilogramme mit der Geschwindigkeit von 4 Meter in der Sekunde und legen täglich 20 Kilometer zurück;

18) die Diligencenpferde ziehen 860 Kilogramme mit der Geschwindigkeit von 3,^{m}20 in der Sekunde und legen 24 Kilometer täglich zurück;

19) die mittlere Belastung auf dem Rücken eines Pferdes ist 150 Kilogramme;

20) ein Pferd, welches mit seinem Reiter 7 Stunden im Schritt geht, legt 40 Kilometer mit einer Geschwindigkeit von 1m6 in der Sekunde zurück.

21) Auf einer Eisenbahn zieht ein Pferd 12 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 3 Kilometer in der Stunde, und 9 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 4 Kilometer.

22) Auf einem Kanal zieht ein Pferd 30 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 3 Kilometern in der Stunde.

Satz III. — Der Nutzeffect des Ziehens eines Fuhrwerkes hängt von dem Zustand des Weges ab; dieser Effect erreicht sein Minimum auf natürlichem Erdreich und sein Maximum auf den Eisenbahnen. — Der Nutzeffect kann durch folgende Erfahrungsangaben ermittelt werden:

1) Der Widerstand, welchen die Räder auf gut unterhaltenen Strassen erleiden, steht im geraden Verhältniss zu dem Druck, welchen die Räder ausüben, und im umgekehrten Verhältniss zu dem Durchmesser derselben, er ist unabhängig von der Zahl der Räder, und der Breite ihrer Felgen oder Reife;

2) der Widerstand, welchen sie auf schlecht unterhaltenem oder frisch überführten Strassen, oder nachgebenden Boden erleiden, nimmt im Verhältniss zum Schmälerwerden der Felgen zu;

3) der Widerstand ist ziemlich unabhängig von der Aufhängeweise der Fuhrwerke, wenn die Geschwindigkeit nicht beträchtlich ist; der Widerstand nimmt mit der Geschwindigkeit zu, wenn diese letztere beträchtlich ist.

Folgendes sind nun die Zahlen, welche diesen Angaben entsprechen:

Beschaffenheit des Weges (die Belastung ist gleich 1)	Verhältniss des Zuges zur Belastung
Natürlicher Boden	0,250 [1]
Ebene, feste Erde	0,040
Sandstrasse	0,130
Steinstrasse	0,080
Vollkommen gut unterhaltene Strasse	0,030
Pflaster (wenn die Fuhrwerke aufgehängt sind), im Schritt	0,030
» » » » » » » Trab	0,070
Plankroad (Amerikanische Holzwege)	0,020
Wege mit Geleisen oder sehr harten Steinplatten	0,010
Eisenbahnen mit hervorstehenden Schienen	0,007
» im besten Zustand	0,005

Reibung.

Erklärung. — Die ersten Versuche zur Bestimmung der Gesetze der Reibung fanden schon im Jahre 1700 statt; sie wurden durch Morin fortgesetzt, welcher in seinen Untersuchungen ein neues Element einführte: den Stoss, den er als einen Druck von grosser Stärke, welcher sehr kurze Zeit wirkt, betrachtete. Folgendes ist die Beschreibung des Apparates zur Ermittelung der Wirkung dieses Stosses. An einem Schlitten sind gusseiserne Stangen befestigt, welche auf anderen gusseisernen Stangen gleiten; ferner wird an einem unterhalb angebrachten Mechanismus eine Kugel vermittelst einer Lunte angebunden, die man im Augenblicke der Abfahrt anzündet. Man hat diese Vorsichtsmassregeln sehr weit getrieben; um sie jedoch vollständig zu machen, sollte man eine unabhängige Kugel anwenden, denn im Augenblick, wo sie fällt, ist ihr Gewicht nicht mehr mit dem des Schlittens verbunden und der Druck desselben wird dadurch geringer. Es geht aus diesem Versuche hervor, dass bei dem Stoss die Reibung, welche von dem Druck herrührt,

[1]) Erklärung: Auf natürlichem Boden kann man in einem Fuhrwerk ein Gewicht von 1 Kilogramm mit 0,25 Kilogrammen fortbewegen.

immer noch diesem Druck proportional bleibt und unabhängig von der Geschwindigkeit ist; auf diesem Lehrsatz beruht die ganze Berechnung der Reibung.

Satz I. — Bei einer in Bewegung befindlichen Maschine unterscheidet man drei Kräfte: die bewegende Kraft, — den Nutzwiderstand oder die Kraft, welche der Bewegkraft entgegengesetzt ist, — und den schädlichen Widerstand, wie Reibung, Stösse, Steifheit der Seile oder Riemen etc.

Die Generalformel ist: Bewegende Kraft = nützlicher Widerstand + schädlicher Widerstand. — Man sieht aus dieser Gleichung, dass, wenn eine Maschine gehen soll, die bewegende Kraft grösser sein muss als der nützliche Widerstand, wenigstens wenn der schädliche Widerstand nicht Null wird; in diesem Falle ist die Kraft gleich dem Widerstande. Da man nun keine Maschine construiren kann, deren schädlicher Widerstand Null ist, so wird diese Maschine oder das Perpetuum mobile unmöglich.

Satz II. — Man unterscheidet zwei Arten von Reibung: die gleitende Reibung und die rollende Reibung. — Die Umstände, welche diese Reibungen begleiten, können in folgenden Erfahrungssätzen zusammengefasst werden:

1) Die Reibung verhält sich wie der Druck auf die reibenden Oberflächen;

2) die Reibung ändert sich nach der Natur der Körper und dem Zustande der Oberflächen;

3) die Reibung ist unabhängig von der Ausdehnung der Oberflächen und der Geschwindigkeit (indessen konnte man bei neueren Versuchen wahrnehmen, dass die Reibung bei grosser Geschwindigkeit abnimmt);

4) der Widerstand beim Rollen steht im geraden Verhältnisse zum Druck und im umgekehrten Verhältnisse zum Halbmesser der Walzen;

5) der Widerstand gegen das Rollen, bei gleichen

Gewichten und Durchmessern nimmt zu, wenn die Breite der Berührungsflächen der Rollen abnimmt, und wenn das Rollen auf nachgebenden Körpern stattfindet, folglich müssen die Radfelgen breit sein, wenn der Weg weich ist;

6) das Wasser vermehrt die Reibung;

7) wenn man eine gewisse Grenze beim Druck überschreitet, verwandelt sich die Reibung in Schieben, d. h. die Oberflächen werden angegriffen, zerrissen und endlich zerstört;

8) wenn das Schmieren sorgfältig stattfindet, so kann man den reibenden Oberflächen einen Druck von 30 Kilogrammen auf dem Quadratcentimeter geben.

Satz III. — Der Reibungscoeffizient ist das Verhältniss zwischen dem Widerstand, welcher sich der Bewegung entgegensetzt und dem Druck, welcher auf die Berührungsflächen stattfindet; wenn man daher den Druck kennt, darf man denselben nur mit diesem Coeffizienten multipliziren um den Werth der Reibung zu erhalten. — Bei der Reibung muss man zwei Fälle unterscheiden: wenn die Körper anfangen sich zu bewegen, oder die Reibung bei dem Anfang, und wenn sie in Bewegung sind.

Folgendes sind die Reibungscoeffizienten für die bei den Konstruktionen gebräuchlichsten Körper.

Gattung der reibenden Körper (Alphabetisch geordnet)	Reibungscoefficient	
	beim Anfang der Beweg.	während der Beweg.
(Gleitende Reibung)		
Bronze oder Kupfer auf Bronze	0,22	0,20
Bronze auf Eichen	0,62	0,25
Bronze auf Schmiedeisen	0,20	0,18
Bronze auf Gusseisen	0,24	0,22
Eichenholz auf Eichenholz mit parallelen Fasern ohne Schmiere	0,62	0,48
Eichenholz auf Eichenholz mit senkrechten Fasern ohne Schmiere	0,54	0,34
Eichenholz auf Eichenholz mit Seife geschmiert .	0,44	0,16
Eichenholz auf Eichenholz mit Wasser befeuchtet	0,71	0,25
Eichenholz auf Gusseisen	0,65	0,38
Eichenholz auf Kalkstein	0,63	0,36
Granit auf Granit	0,72	0,66
Gusseisen auf Bronze.	0,17	0,15
Gusseisen auf Eichen	0,61	0,49
Gusseisen auf Gusseisen.	0,16	0,15
Holz auf gestampfter Erde.	0,40	0,33
Holz auf Pflaster	0,65	0,58
Kalkstein auf Kalkstein	0,70	0,64
Rauher Stein auf feuchtem Thon	0,60	0,40
Sandstein auf Sandstein mit Mörtel	0,80	0,66
Sandstein auf trockenem Sandstein	0,76	0,71
Schmiedeisen auf Bronze	0,20	0,18
Schmiedeisen auf Eichen	0,62	0,49
Schmiedeisen auf Gusseisen	0,19	0,18
Schmiedeisen auf Kalkstein	0,72	0,69
Schmiedeisen auf Schmiedeisen	0,17	0,16
Schmiedeisen auf Ulmen	0,25	0,20
Ulme auf Eichen mit Seife geschmiert	0,41	0,25
Ulme auf Eichen, ohne Schmiere, mit parallelen Fasern.	0,69	0,43
Ziegelstein auf Kalkstein	0,67	0,65
Ebene Oberflächen aller vorgenannten Körper, die mit Oel oder Fett schlüpfrig gemacht wurden .	0,15	0,08
(Rollende Reibung)		
Bei der Reibung der Achsen auf ihren Lagern, bei der Reibung des Guss- oder Schmiedeisens auf Gusseisen und Bronze, welches geschmiert wurde, nimmt man als allgemeinen Reibungs-Koeffizient an	0,065	0,054

Satz IV. — Man sieht aus obiger Tabelle, dass die Oberflächen, welche in Ruhe und einige Zeit in Berührung waren, im ersten Augenblick (Reibung beim Anfang der Bewegung) — eine beträchtlichere Reibung haben; die Schwingungen reichen in vielen Fällen hin, sie zu überwinden; so hat man schon gesehen, dass Häuser plötzlich beim Vorüberfahren eines Fuhrwerks zusammenstürzten; man weiss auch, dass das Schiessen einer Breschebatterie in Lagen oder Salven vorzüglich das Zusammenstürzen des Walles beschleunigt.

Es geht daraus als praktische Regel hervor, dass man sich der Zahlen der zweiten Kolumne bedienen muss, wenn es sich um Construktionen handelt, welche Erschütterungen ausgesetzt sind.

Satz V. — Um den Werth der Reibung in verschiedenen Fällen zu finden, wendet man folgende Formeln an;

$T = f.p.e.$ für einen Körper, welcher sich auf einer ebenen Oberfläche bewegt.

$T = fp.2\pi r$ für eine Achse, welche sich in einem Lager dreht.

$$T = \frac{fp.4\pi r}{3}$$ für ein vertikales Pivot.

(T ist die Arbeit, welche durch die Reibung absorbirt wird; f der Reibungscoeffizient; p der Druck, welcher auf die reibenden Flächen wirkt; e der durchlaufene Raum; r der Radius des Drehzapfens.)

Satz VI. — Die Reibung kann Körper, auf welche Kräfte auf geneigten Ebenen wirken, zurückhalten, oder ihre Bewegung verzögern. — Man unterscheidet mehrere Fälle, für welche man folgende Formeln für das Gleichgewicht aufgestellt hat:

1) Die Körper bleiben auf einer schiefen Ebene in Ruhe, so lange die Neigung dieser Ebene durch die Tangente (a) ausgedrückt gleich ist dem Reibungscoefficienten (f)

$$\text{Tangente } a = f$$

(a ist der Winkel der schiefen Ebene mit dem Horizont; die Tangente a drückt das Verhältniss der Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Grundlinie aus);

2) der Körper steigt auf der schiefen Ebene in die Höhe, wenn eine verticale Kraft (P) auf ihn wirkt. Die Gleichung für das Gleichgewicht ist:

$$P = \left(\frac{\sin. a + f \cos. a}{\cos. b + f \sin. b}\right) P^1.$$

(a ist der Winkel der schiefen Ebene mit dem Horizont; b ist der Winkel der Richtung der Kraft P mit dieser Ebene; P^1 ist das Gewicht des Körpers und f ist, wie vorher, der Reibungscoefficient);

3) wenn der Körper durch eine horizontale Kraft gezogen wird, so wird der vorherige Winkel (b) gleich dem Winkel (a) und die Formel reducirt sich folgendermassen:

$$P = \left(\frac{f + \text{tangt. } a}{1 + f \text{ tangt. } a}\right) P^1.$$

(die Bezeichnungen sind dieselben wie die vorhergehenden);

4) wenn der Körper aufwärts gestossen wird ist die Gleichung:

$$P = \left(\frac{\sin. a + f \cos. a}{\cos. b - f \sin. b}\right) P^1.$$

Satz VII. — Als Anwendungen der Reibung führen wir an: die Keilpresse, die Schraube, die dynamometrische Bremse von Prony, die Pumpenkörper, die Steifheit der Seile, den Arbeitsverlust durch die Reibung bei den Zahnrädern, bei den Kurbelzapfen oder Excentriken.

1) Die doppelten Keile bei den Keilpressen haben für das Verhältniss (r) des Nutzeffects zur verbrauchten Arbeit der Keile, welche aufeinander gleiten, den Ausdruck:

$$r = \left(\frac{1 - f^2 - 2f \text{ tangt. } a}{(1 - f^2) \text{ tangt. } a + 2f^1}\right) \text{tangt. } a.$$

9*

(Die Bezeichnungen sind die vorhergehenden; f ist der Reibungscoefficient der Keile aufeinander; f^1 der Keile an der Presse.)

2) Die Wirkung, welche auf einen Hebelarm, der sich an einer Schraube befindet, ausgeübt werden muss um einen gegebenen Druck hervorzubringen, wird durch folgende Gleichung bestimmt:

$$P = \frac{rQ}{m}\left(\frac{h + b\ f.r.}{br - fh}\right).$$

(P ist die anzubringende Kraft; Q ist der zu erzeugende Druck; m ist der Hebelarm; r der Radius des Schraubenganges; h die Höhe des Schraubenganges; f der Reibungscoefficient.)

3) Die Reibungsbremse von Prony besteht aus einer Rolle mit einer Hohlkehle, welche sich auf dem Wellbaum einer Maschine befindet; ein Hebel mit einer Wagschale ist daran angebracht; Gewichte, welche auf die Wagschale gelegt werden erzeugen das Gleichgewicht, dessen Gleichung folgende ist:

$$p = \frac{2\pi m.n.p}{4500}$$

(P ist die Kraft in Dampf-Pferdekräften; p das Gleichgewicht haltende Gewicht in Kilogrammen; m die Länge des Hebelarms; n die Anzahl der Umgänge in der Minute.)

4) Bei den Pumpenkörpern ist die Kraft, welche von der Reibung absorbirt wird:

$$P = f.d.h.$$

(d ist der Durchmesser des Kolbens, h die Wasserlast, f der Reibungscoefficient:

$f =$ 7 Kilogramme für Pumpenkörper aus Messing,
$f =$ 15 » » » » einfach gebohrtem Gusseisen,
$f =$ 25 » » » » glattem Holz,
$f =$ 50 » » » » gebrauchtem Holz.

5) Die Steifheit der Seile wird durch die Gleichung bestimmt:

$$R = \frac{C + EP}{d};$$

(R ist der Werth der Steifheit des Seils im Verhältniss zum Durchmesser (d) der Rolle, oder die Kraft, welche wirken muss um den Widerstand gegen das Aufrollen zu überwinden; C ist der Coefficient in Kilogrammen, welcher die natürliche Steifheit des Seils = 0 Kilog. 01 bis 0 Kilog. 52 ausdrückt; E ist der Coefficient der Spannung = 0 Kilog. 002 bis 0 Kilog. 01). (Diese Werthe von C und E verhalten sich zu einander wie die Quadrate der Durchmesser der in gutem Zustande befindlichen Seile, sie gelten von 1 Faden bis vierte von 11 Millimeter auf 11 Millimeter. Das Gewicht 40 Faden.)

6) Die durch die Reibung der Zahnräder verlorene Arbeit

$$= 0{,}33\ n \,.\, f \,.\, q \,.\, r \left(\frac{a + a^1}{a a^1}\right);$$

(n ist die Anzahl der Umläufe des Rades in einer Sekunde; f der Reibungs-Coefficient; q die Kraft, welche auf das Rad übertragen wird; r der Radius des Grundkreises; a und a bedeuten die Anzahl der Zähne der Räder.)

7) Die durch die Reibung eines Kurbelzapfens verlorene Arbeit $= 6,\ 3 \,.\, f \,.\, q \,.\, r$;

(f ist der Reibungs-Coefficient; q die durch den Zapfen fortzupflanzende Kraft; r sein Halbmesser.)

8) Die Arbeit, welche durch die Reibung bei einem Excentrikum verloren geht, wird nach der vorhergehenden Formel berechnet. Wir wollen als praktische Regel hinzufügen, dass es vortheilhaft ist die grossen Excentriken nur bei Stücken von geringem Widerstand anzuwenden, weil der Radius dieser Excentriken bezüglich des Laufes ihrer Triebstange sehr gross ist; die Reibung dieser Excentriken ist alsdann, wenn alle Verhältnisse beibehalten werden, sehr bsträchtlich.

Zusammenstellung der Arbeit, welche von den bekanntesten Maschinen geleistet wird (nach alphabetischer Ordnung).

Bezeichnung der Maschinen	Kraft der Maschinen in Dampf-Pferdekräften	Resultat der in der Stunde gelieferten Arbeit
Blasemaschine (siehe Hydraulik):		
Eisenhammer	30	4,500 Hammerschläge.
Hammerwerk (Pochwerk)	11	2,400 Hübe des Stempels.
Hülfsmaschinen bei der Mehlbereitung, wie:		
Beutelmaschine	6,5	750 Kilogramm Getreide.
Nudelmaschine	3	35 Kilogramm Teig.
Maschine für Holzarbeit zum Glätten, Hobeln im Durchschnitt	2	21,600 Umgänge der Treibrolle.
Maschine für Wagenräder. Die Werkstätte enthält:		
1) Drehbank für die Naben	1	1 Rad.
2) Maschine zum Anfertigen der Zapfen der Speichen	0,50	2 Räder.
3) Maschine zum Durchbohren der Felgen	0,25	1,4 Räder.
4) Maschine zum Durchbohren der Löcher der Naben	1	3 Räder.
5) Maschine zum Glätten der Speichen	2	1 Rad.

6) Maschine zum Gleichschneiden der Zapfen	0,25	1,1 Räder.
7) Maschine zum Viereckigmachen der Zapfenlöcher .	0,46	1,4 Räder.
8) Säge zum Schneiden der Felgen	1	3 Räder.
9) Säge zum Abschneiden der Speichen auf die Länge	0,25	1,4 Räder.
10) Säge zum Viereckigschneiden der Speichen . . .	0,25	1 Rad.
Mechanischer Webstuhl für Baumwollenzeuge	26	120 Meter Zeug.
Mühle nach französischer Methode (Durchmesser der Mühlsteine 1,m30; Anzahl der Umläufe in der Stunde 4,200)	3,4	120 Kilogramm Mehl.
Mühle nach englischer Methode (Durchmesser der Mühlsteine 1,m30; Anzahl der Umläufe in der Sekunde 6,600)	8,5	200 Kilogramm Mehl.
Oelmühle mit Dampf	3	50 Kilogramm Oel.
Papiermühle	2	10 Kilogramm Teig.
Sägemühle mit gerader Säge (Anzahl der Stösse in der Stunde 5,280)	3,3	2,8 Quadratmeter Eichenholz.
Sägemühle mit Circular-Säge (Durchmesser der Säge 0,m70; Anzahl der Umläufe in der Stunde 15,900)	3,5	11 Quadratmeter Eichenholz.
Sägemühle mit Kreis-Säge (Anzahl der Umläufe 14,400) .	7,3	45 Quadratmeter Tannenholz.
Schöpfmaschine (siehe Hydraulik).		
Spinnmaschine für Wolle	10	42 Kilogramm Wolle.
Spinnmaschine für Baumwolle	110	26,000 Spindeln in Bewegung gesetzt.
Walkmühle mit Compression	2	½ Stück Wollentuch von 30 Kilogr.
Walzwerk	50	500 Kilo. Eisen oder 100 Kilo. Blech.

Capitel V.

Widerstand der Materialien.

Grundsätze.

Erklärung. — Die bei den Constructionen allgemein verwendeten Materialien sind: die Metalle, Stabeisen, Gusseisen, Stahl, Kupfer, Zink; die Mineralien: Steine, Sand, Erden; die Vegetabilien: Holz, Seile.

2) Die Kräfte, welchen diese Materialien ausgesetzt sind, wirken ziehend oder durch Zerreissen, wenn der Körper aufgehängt ist; zusammendrückend, oder durch Zerdrücken, wenn der Körper auf einer Unterlage ruht; — biegend oder durch Biegung, wenn der Körper auf Stützpunkten ruht, oder wenn er an seinen Enden befestigt ist; — endlich drehend oder durch Torsion, wenn der am Ende befestigte Körper um sich selbst gedreht wird.

3) Auf diese Weise werden die vier Kräfte bezeichnet; es gibt jedoch noch andere, die aber nur eine Modification des Zerreissens sind; es sind dieses die Kräfte des Zerschneidens und des Auseinanderdrückens. — In dem ersten Falle werden die Moleküle auseinandergezogen, zusammengedrückt, gebogen und selbst gedreht, und sind also allen Kräften auf einmal ausgesetzt; man rechnet das Zerschneiden oder Ausschneiden unter das Zerreissen, denn die Kraft hat den Zweck den Körper loszureissen, wie dieses bei den Nieten der Fall ist, welche die Blechtafeln miteinander verbinden. — Im zweiten Falle, dem des Auseinanderdrückens, wirkt die Kraft des Zerreissens im Innern des Körpers, und erzeugt die Explosion, sobald die Elasticitätsgrenzen überschritten sind. Diese Ausdehnungskraft wird sowohl durch die Hitze erzeugt, die Explosion eines Dampfkessels, als auch durch die Kälte, das Zerspringen einer mit Wasser gefüllten Bombe. Das

Wasser übt, im Vorbeigehen gesagt, in diesem Falle einen Druck von 1,200 Atmosphären aus.

4) Man glaubt, dass die Ausdehnungskraft unendlich ist, und das keine Kraft im Stande ist ihr das Gleichgewicht zu halten. Wenn eine Eisenstange in die Spalte eines Felsens gesteckt und erhitzt wird, so sucht sie den Felsen auseinander zu drücken; aber, da er sich nicht spaltet, so wird die Eisenstange zerreissen, zersplittern, oder sich durch inneres Zerdrücktwerden in metallisches Pulver verwandeln, wenn die Stützpunkte hinreichend fest sind, und die Hitze bis zu dem Grade gemässigt wird, dass sie keine Schmelzung hervorbringt. — Zu sagen, dass keine Kraft der Kraft des Frostes widerstehen könne, ist ebenfalls ungenau. Ich glaube dabei verweilen zu müssen, denn jeden Tag wiederholt man diesen Irrthum, welcher bei Bauten von den schwersten Folgen sein kann. Nehmen wir eine metallische Bombe von 30 Centimeter Durchmesser, mit einer Höhlung von einem Kubikmillimeter an; es ist offenbar, dass dieser Kubikmillimeter Wasser sie durch sein Gefrieren nicht würde zersprengen können. Da nun das Wâsser nicht gefrieren kann, ausser unter der Bedingung, dass es sich ausdehnt, und da es sich von dem Augenblick an, wo es das Metall bis zur letzten Grenze zusammengedrückt hat, nicht weiter ausdehnen kann, so ist es augenscheinlich, dass es trotz der Erniedrigung der Temperatur flüssig bleibt. — Diese Kraft ist daher beschränkt, wie alle Kräfte, und ein gleicher Widerstand muss ihr das Gleichgewicht halten; aber den Grundsatz, dass nichts dieser Ausdehnung widerstehen kann, verwerfe ich als absurd.

5) Man bedient sich der Ausdehnungskraft der Metalle, welche durch die Hitze ausgedehnt werden, in sehr seltenen Fällen, zum Zurückbringen von Mauerflächen in die senkrechte Form, indem man sie durch eiserne Zugstangen verbindet; man erhitzt diese Stangen, welche dadurch länger werden, man zieht die Schraubenmuttern an, und lässt sie erkalten, sie verkürzen sich dabei und richten diese Mauern wieder gerade. — Da diese Aus-

dehnungskraft sehr langsam wirkt, so kann man den Gebrauch nicht voraussehen, welchen man davon in der Industrie machen wird.

Satz I. — Die Elasticität ist die Fähigkeit, welche die Körper besitzen, in ihren ursprünglichen Zustand zurückzukehren, nachdem Kräfte auf dieselben eingewirkt hatten. Diese Fähigkeit zeigt sich in der Weise, dass die Verlängerungen und Verkürzungen den Kräften proportional sind, welche sie erzeugen und welche nur eine elastische Verlängerung und Verkürzung veranlassen. Wenn die Elasticität einmal gestört ist, was der Fall ist, wenn man die Körper übermässig angestrengt hat, so entsteht die bleibende Störung; von diesem Augenblick an nehmen die Veränderungen im Verhältniss zu den Belastungen schneller zu als vor dieser Störung; sie ist der Anfang zum Bruch und sollte bei den Constructionen immer vermieden werden. — Man nimmt auch an, dass die geringste Belastung eine ständige Störung hervorbringt; indessen ist noch zu ermitteln, ob nicht die Dauer der Einwirkung Einfluss auf diese Störung hat, und ob sie nicht verschwindet, wenn die Belastung hinweggenommen wird. In den Grenzen, wo diese Störung den Belastungen proportional bleibt, ist sie bis zu dem Grade schwach, dass man sie in der Praxis vernachlässigt, sowohl bezüglich der Kräfte, welche die Körper verlängern, als jener, welche sie zusammendrücken.

Satz II. — Das Messen der Elasticität geschieht vermittelst einer Kraft, die man Coefficient oder Maassstab der Elasticität nennt. Dieser Maassstab findet seine Anwendung auf die Ausdehnung: Elasticitäts-Coefficient bezüglich der Ausdehnung, wenn der Körper dem Auseinanderziehen unterworfen wird, sich zuerst verlängert und sich hierauf zusammenzieht, wenn die Wirkung aufhört. Dieser Maassstab wird auch auf das Zusammendrücken angewendet, wenn der zusammengedrückte Körper platt wird, und sodann seine

ursprüngliche Höhe wieder erreicht. — Diese beiden Elasticitäts-Maassstäbe, in Bezug auf das Zerreissen und Zerdrücken, sind wenig von einander verschieden, vorausgesetzt, dass die auseinandergezogenen und zusammengedrückten Körper bei gleicher Belastung fast gleich sind. Aus diesem Grunde studirte man besonders den Elasticitäts-Maassstab, von welchem im folgenden Satz hauptsächlich die Rede sein wird.

Satz III. — Der Coefficient oder Maassstab der Elasticität ist die imaginäre Kraft des Ausziehens in die Länge, welche im Stande ist einen Körper um das Doppelte auszustrecken. Wenn ein Körper von einem Durchschnitt a und einer Länge l einer auseinanderziehenden Kraft p ausgesetzt wird, so verlängert er sich um eine Grösse l', welche der ganzen Länge proportional ist; das Verhältniss $\frac{l'}{l}$ ist eine beständige Grösse i, welche die Ausdehnung per laufenden Meter ausdrückt. Wenn p gewisse Grenzen nicht überschreitet, so ändert sich der Werth i proportional zu dem Verhältniss $\frac{p}{a}$, welche die Belastung auf eine Einheit der Durchschnittsfläche ausdrückt; das Verhältniss $\frac{p}{a}$ zu i oder $\frac{p}{ai}$ ist constant für einen und denselben Stoff; es ist dieses der Elasticitäts-Coefficient, den man immer durch den Buchstaben E bezeichnet. — Der Werth des Elasticitäts-Maassstabes ist, wir wiederholen es, nur innerhalb den Grenzen constant, wo die Veränderungen den Belastungen proportional sind.

Satz IV. — Um diesen Elasticitäts-Maassstab zu bestimmen, verfährt man auf dem Wege der Analysis nach der Formel $E = \frac{p}{ai}$; man nimmt die Durch-

schnittsfläche gleich einem Quadratmeter, und die Verlängerung gleich einem laufenden Meter an.

(Wenn man eine Eisenstange von einem Quadratmeter Durchschnittsfläche um einen Meter auf jeden Meter Länge ausdehnen wollte, so müsste man, wenn dieses möglich wäre, ein Gewicht von 20 Milliarden Kilogrammen an derselben anbringen. — Dieser Elasticitäts-Maassstab, welcher verhältnissmässig nach Versuchen, die mit kleinen Eisenstangen angestellt wurden, berechnet wurde, ist eine eingebildete Grösse, und dient nur zur Erleichterung der Berechnungen des Widerstands, bei welchen der Meter als Einheit angenommen ist.

Zerreissen.

Satz I. — Die Bedingungen des Gleichgewichts der Körper, welche dem Zerreissen ausgesetzt sind, werden nach folgendem Grundsatz bestimmt: die Verlängerungen verhalten sich wie die Kräfte, welche sie erzeugen.

Satz II. — Der Elasticitäts-Coefficient wurde, wie wir gezeigt haben, durch eine Berechnung bestimmt, welcher zahlreiche Versuche zu Grunde lagen.

Folgendes ist der Elasticitäts-Maassstab beim Zerreissen für die gebräuchlichsten Körper.

(Holz).

Ahorn	=	1,020,000,000
Birke	=	900,000,000
Eiche	=	999,000,000
Pappel	=	515,000,000
Tanne	=	1,113,000,000

(Metalle).

Weiches Eisen	=	18,000,000,000
Geschmiedetes Eisen	=	20,000,000,000
Gusseisen	=	9,096,070,000

Satz III. — Um die Grenze der Belastung oder die Zugkraft zu bestimmen, die man den Körpern auf die Dauer zu tragen geben kann, genügt es nicht die Grenze der Belastung anzubringen, welche ein Stück auf jede Durchschnitts-Einheit tragen kann; man muss sich vor den Folgen der Ueberladung und zufälliger Einwirkungen sicher stellen. Es ist desshalb rathsam sich die Bedingung aufzulegen, dass die permanente Belastung der Art sei, dass die Verlängerung nicht mehr als die Hälfte derjenigen betrage, welche der Elasticitätsgrenze entspricht, und damit diese Verlängerung diese Grenze nicht erreiche, berechnet man die Last darnach. — Gewöhnlich nimmt man für die gewünschte Sicherheit $\frac{1}{6}$ derjenigen Belastung an, bei welcher die Metalle zerreissen würden, und $\frac{1}{10}$ der Belastung des Zerreissens bei den andern Körpern. Nach diesem Grundsatze ist die folgende Tabelle aufgestellt:

Gattung der Materialien, welche dem Zerreissen ausgesetzt sind (in alphabstischer Ordnung)	Belastungen in Kilogrammen, welche man mit Sicherheit auf 1 Quadrat-Meter Durchschnittsfläche tragen lassen kann
Holz:	
Buchs	1,400,000
Eichen nach der Richtung der Fasern	7,000,000
Eichen senkrecht auf die Fasern	2,000,000
Eschen	700,000
Fichte	400,000
Pappel	100,000
Stücke von Eichen oder Tannen, welche durch Verzahnung verbunden sind	300,000
Stücke von Eichen oder Tannen, welche gebogen sind	400,000
Tanne	800,000
Teak	1,100,000
Ulme	700,000
Seile und Riemen:	
Riemen von schwarzem Leder	200,000
Getheertes Seilwerk,	2,200,000
Seile von Elsässer Hanf	4,400,000
Seile von Lothringer Hanf	3,300,000
Alte feuchte Seile	1,000,000
Alte trockene Seile	2,000,000

(Bei dem Seilwerk geht dem Brechen eine Verlängerung voraus, welche dem zehnfachen der ursprünglichen Länge gleich ist.)

Metalle [1]:

(In Bezug auf Zähigkeit oder Widerstand gegen das Zerreissen theilen sich die Metalle folgendermassen ein: Eisen, Kupfer, Platin, Silber, Gold, Zink, Zinn und Blei. In Bezug auf Dehnbarkeit können die Metalle folgendermassen eingetheilt werden: Gold, Silber, Platin, Eisen, Kupfer, Zink, Zinn, Blei.)

Gattung der Materialien, welche dem Zerreissen ausgesetzt sind (in alphabetischer Ordnung)	Belastungen in Kilogrammen, welche man mit Sicherheit auf 1 Quadrat-Meter Durchschnittsfläche tragen lassen kann
Blei, geschmolzen oder gewalzt	200,000
Blech nach der Richtung des Walzens gezogen	7,000,000
Blech nach der senkrechten Richtung gezogen	6,000,000
Bogen von Schmiede- oder Gusseisen	4,200,000
Bronze	4,000,000
Drath von Eisen [2]	14,000,000
Drath von Kupfer	8,000,000
Drath von kaltgehämmerten Platin	19,000,000
Eisen in Barren	7,000,000
Eisen, geschmiedet oder gezogen, das schwächste	4,200,000
Eisen, geschmiedet oder gezogen, das stärkste	10,000,000
Gusseisen, graues	2,100,000
Ketten von Eisen	4,500,000
Kupfer, gechlagen	4,200,000
Kupfer, gegossen	2,300,000
Kupfer, gewalzt	3,500,000
Messing	2,000,000
Stahl, gegossen oder cementirt	17,000,000
Stahl, schlecht gehärtet	6,000,000
Stahl, mittel	12,000,000

[1]) Der Gleichförmigkeit wegen hat man den Quadratmeter als Einheit angenommen, obgleich man in der Praxis niemals mit Stücken von diesem Durchschnitt arbeitet.

[2]) Die Fabrikation des Eisendrathes ist sehr alt; sie beruht auf der Dehnbarkeit der Metalle. Archal ist der Erfinder der Ziehemaschinen: daher der Name fil d'Archal (Archal-Drath), den man im Französischen dem Eisendrath giebt.

Gattung der Materialien, welche dem Zerreissen ausgesetzt sind (in alphabetischer Ordnuung)	Belastungen in Kilogrammen, welche man mit Sicherheit auf 1 Quadrat-Meter Durchschnittsfläche tragen lassen kann
Tau von Eisendrath	5,000,000
Zink, geschmolzen	1,000,000
Zink, gewalzt	800,000
Zinn, gegossen	500,000
Steine:	
(Da die Steine nur ausnahmsweise dem Zerreissen ausgesetzt sind, so wird erst in der folgenden Abtheilung bezüglich des Zerdrückens von denselben die Rede sein.)	
Wasserleitungsröhren von künstlichen Steinen . . .	950,000
„ „ natürlichen Steinen . . .	1,300,000

Satz. IV. — Die obigen Zahlen sind für den Fall berechnet, dass die Verlängerungen der Körper die Elasticitätsgränzen nicht erreichen, welche wie folgt bestimmt wurden:

Benennung der Materialien	Verlängerung bis zur Elasticitäts-Gränze	Belastung welche dieser Gränze entspricht per Quadrat-Millimeter Durchschnitts-Fläche
		Kilogramm
(Holz)		
Buchen	1/550	1,6
Eichen	1/600	2
Fichten	1/470	3,2
Tannen	1/850	2,2
Ulmen	1/400	2,4
(Metalle)		
Drath von Blei . . .	1/2000	0,4
Drath von Eisen . .	1/1250	15
Drath von Messing .	1/740	15
Eisen	1/1500	12
Gusseisen	1/1200	10
Stahl, deutscher . . .	1/850	25
Stahl, gegossener . . .	1/4500	66

Satz V. — Der Widerstand gegen das Ausschneiden ist bei den genieteten Blechen derselbe, wie gegen das Zerreissen; er ist proportional dem Durchschnitt des Bolzens oder Nietnagels. — Die Nieten scheinen den Widerstand zu verringern, aber wenn sie gut ausgeführt sind, vermehren sie die Reibung bis zu dem Grade, dass die genieteten Stücke, besonders die Bleche, so stark sind als die ganzen. Man nimmt an, dass bei dem Blech jede ausgeschnittene Stelle einer nach der Längenrichtung wirkenden Zugkraft von 37 Kilogrammen per Quadratmillimeter ausgesetzt werden kann.

Satz VI. — Bezüglich der Anwendung obiger Grundsätze wollen wir die in der Praxis gebräuchlichen Regeln anführen:

1) Bis zu einer Belastung von 15 Kilogrammen per Quadratmillimetern wachsen die Verlängerungen des Stab-Eisens im Verhältniss zu den Belastungen; die Proportionalität hört von einer Belastung über 15 Kilogrammen anfangend auf, und besonders von einer Belastung über 18 Kilogrammen an; eine Belastung von 25 Kilogrammen veranlasst bei schwachem Schmiedeeisen, und von 60 Kilogrammen bei dem stärksten Schmiedeeisen das Zerreissen.

Bis zu der Grenze der Belastung von 6 Kilogrammen per Quadratmillimeter stehen die Verlängerungen des Gusseisens im Verhältniss zur Belastung: Eine Belastung von 11 Kilogrammen veranlasst den Bruch.

2) Man kann mit Sicherheit eiserne Stangen von gleichförmigen Durchschnitt auf einer Länge von 1039 Meter anwenden; sie würden bei einer Länge von 3896 zerreissen, denn ihr eigenes Gewicht würde als Belastung wirken.

Man muss daher das Gewicht der Stangen bei den Erdbohrarbeiten und Schöpfmaschinen in Rechnung bringen; die Dicke dieser Stangen kann nach folgender Formel berechnet werden:

$$d = \sqrt{\frac{1{,}273\ P}{8{,}000{,}000 - pl.}}$$

(d ist der Durchmesser in Metern; P die Belastung oder Spannung; p das Gewicht des Kubikmeters Eisen; l die Länge.)

Die Zugkraft, welche eine Eisenstange von einem Quadratmeter Durchschnittsfläche zerreissen würde, ist nach obiger Tafel gleich einem Gewicht von 30,000,000 Kilogrammen. Dieses Gewicht ist, wiederum gleich einer Eisenstange, von einem Quadratmeter Durchschnittsfläche und einer Höhe (l), welche zu bestimmen ist. Das Gewicht des Kubikmeters Stabeisen ist 7,700 Kilogramme; man hat daher die Gleichung

$$l \,.\, 7{,}700 = 30{,}000{,}000$$

woraus $l = 3896$ Meter folgt, welches die obenerwähnte cylindrische Eisenstange ist, welche unter ihrem eigenen Gewichte brechen würde.

Es ist rathsam für die grossen Bohrstangen Eisen von der besten Qualität zu wählen, und ihre Dicke nach dem obern Theil hin zu verstärken.

3) Das Gleichgewichtsverhältniss zwischen dem Druck im Innern eines Cylinders und seinem Widerstande ist:

$$p = \frac{2\,e\,R}{d}.$$

(p ist der Druck auf den Quadratmeter; e die Dicke des Cylinders; d sein Durchmesser; R der Widerstand der Materie nach obiger Tabelle.)

Der Widerstand eines hohlen Cylinders ist derselbe wie der einer hohlen Kugel von demselben äusseren und inneren Durchmesser.

4) Bei den Wasser- und Gasleitungs-Röhren ist der Druck nicht beträchtlich und sucht das Metall nicht zu sprengen; aber diese Röhren sind dem Fallen und den Stössen ausgesetzt. — Die Praxis hat desshalb die Dicke bestimmt, welche diesen Leitungen nach ihrem Durchmesser und nach der Beschaffenheit des verwendeten Stoffes gegeben werden müssen:

Stoff der Leitröhren.

	Dicke der Röhren in Metern.
Blei	$n. d.\ 0{,}002 + 0{,}005$
Eisen, Schmied-	$n. d\ 0{,}001 + 0{,}003$
» Guss-	$n. d.\ 0{,}002 + 0{,}009$
Holz	$n. d.\ 0{,}032 + 0{,}030$
Kupfer, gewalztes	$n. d.\ 0{,}002 + 0{,}004$
Steine, gebrannte	$n. d.\ 0{,}005 + 0{,}010$
» natürliche	$n. d.\ 0{,}004 + 0{,}030$
Zink	$n. d.\ 0{,}006 + 0{,}004$

(*n* ist die Anzahl der Atmosphären; *d* der innere Durchmesser der Röhre.)

5) Die Kraft des Seilwerks ist $= 35\ c^2$ oder $345\ d^2$; (c ist der Umfang und d der Durchmesser; diese beiden Grössen sind in Centimetern ausgedrückt.)

6) Die Probirkraft der Ketten für die französische Marine ist 17 Kilogramme per Quadrat-Millimeter Durchschnittsfläche. Der Widerstand des zu Ketten verwendeten Eisens ist in dem Verhältniss von 40 auf 34 reducirt.

7) Bezüglich der Widerstandsfähigkeit des Holzes nimmt man an, dass seine Dichtheit sich mit dem Alter des Baumes nicht verändert; dass der Elasticitäts-Coefficient über ein gewisses Alter abnimmt; dass der Standort und das Alter auf die Cohäsion Einfluss haben; endlich dass immer eine bleibende Verlängerung entsteht, und dass man keine Grenzen für die Elasticität festsetzen kann.

Zerdrücken.

Satz I. — Die Gleichgewichtsbedingungen der Körper, welche dem Zerdrücken ausgesetzt sind, werden durch folgende Grundsätze bestimmt:

1) Der Widerstand gegen das Zerdrücken ist proportional dem Durchschnitt des zusammengedrückten Körpers bei gleicher Belastung; die Wirkungen des Zerdrückens sind proportional den Belastungen.

2) Die letzten Wirkungen des Zusammendrückens,

oder das Zerdrücken, hängen von der Beschaffenheit und Form der Körper ab; sobald daher die Grenzen der Elasticität überschritten sind, zersplittern die Steine und die Würfel theilen sich in Pyramiden. Ebenso verhält es sich mit dem Gusseisen; bei dem Holze trennen sich die Fasern und zerreissen. Indessen nehmen die Metalle in Folge starken Zusammendrückens an Volumen ab.

3) Der Widerstand der abgekürzten Pyramiden steht im Verhältniss zur Oberfläche der Basen. — Der Widerstand der Walzen und Kugeln verhält sich wie das Quadrat des Durchmessers.

Satz II. — Der Werth des Elasticitäts-Maassstabs bezüglich des Zerdrückens ist

E (Stabeisen) . . . . = 16,300,000,000
E (Gusseisen) . . . . = 8,800,000,000

Der Coefficient des Stabeisens ist bei gleicher Belastung beträchtlicher als der des Gusseisens; dieses ist jedoch nicht bei dem aus der Tabelle des folgenden Satzes (Satz III) abgeleiteten Verhältniss des Brechens der Fall. Das Stabeisen besitzt grössere Elasticität als das Gusseisen, aber wenn diese Elasticität einmal gestört ist, so kann man die Belastung vermehren ohne dass das Gusseisen zerdrückt wird, wenn es das Stabeisen schon lange ist. Bezüglich der andern Körper berechnet man keine besondere Coefficienten für das Zerdrücken, man bedient sich jener für das Zerreissen.

Satz III. — Damit Gleichgewicht bei den Bauten stattfinde, darf die äusserste Grenze der Belastung, welche mit Sicherheit zugemuthet werden kann, nicht überschritten werden. Im Allgemeinen nimmt man einen geringen Theil der Bruchbelastung als Sicherheitsbelastung, indem man auf alle hinzukommende Verhältnisse Rücksicht nimmt. — Wenn man die hier unten folgenden Zahlen der Metalle mit 5, die, welche sich auf die Steine und Hölzer beziehen mit 10, und die, welche sich auf das Mauerwerk beziehen mit 100 multiplicirt, so erhält man

die Werthe der Belastungen, welche das Zerdrücken veranlassen würden.

Auf diese Grundlage hin ist die folgende Tabelle berechnet worden; sie dient mehr für Vergleichungen und Projekte als für die Ausführung. So oft man einen Bau von einiger Wichtigkeit unternimmt, wiederholt man die Versuche mit den Stoffen, die einem zu Gebote stehen.

Beschaffenheit der Materialien, welche dem Zerdrücken ausgesetzt sind. (Alphabetisch geordnet.)	Belastung in Kilogrammen, welche man mit Sicherheit von einem Quadratmeter Durchschnittsfläche tragen lassen kann.
Holz.	
Eichen	380,000
Eschen	300,000
Fichte	370,000
Nussbaum	400,000
Pappel	250,000
Tanne	370,000
Teak	600,000
Metalle.	
Blei	500,000
Eisen, Schmied-	6,000,000
Gusseisen	12,000,000
Kupfer, geschlagen	7,000,000
Messing	800,000
Zinn	1,000,000
Steine.	
Basalt	2,000,000
Beton	40,000
Granit aus der Bretagne	650,000
Granit aus den Vogesen	700,000
Gyps, angemacht	29,800
Kalkstein, harter	310,000
Lava	590,000
Marmor, weisser	300,000
» schwarzer	790,000
Mörtel, gewöhnlicher	35,000
» hydraulischer	48,000
Porphyr	2,470,000
Roche (bei Paris)	250,000
Sandstein, sehr harter	900,000
Stein, zarter	40,000
Ziegel, harter	150,000
» weicher	40,000

Satz IV. — Die als Pfosten und Pfähle verwendeten Hölzer sind dem Zerdrücken ausgesetzt. — Die Vorschriften für die Belastungen, welche diese Stücke tragen können, lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1) Nach der praktischen Regel von Rondelet ist es rathsam, einen eichenen Pfahl von einer Höhe, welche zweimal der Seite seiner Grundfläche gleich ist, mit nicht mehr 0,48 Kilogrammen per Quadratmillimeter zu belasten, und einen Pfosten, dessen Höhe fünfzehnmal der Seite seiner Grundfläche gleicht, keine grössere Belastung als 0,38 Kilogramme zu geben. Diese beiden äussersten Grenzen können dazu dienen, für einen gegebenen Fall eine Regel aufzustellen.

2) Der Widerstand eines Stückes gegen das Zerdrücken hängt auch von seiner Länge ab; denn, wenn ein Würfel von einem Meter eine gewisse Last trägt, so ist damit nicht gesagt, dass ein Pfahl von 100 Meter Höhe, aber ebenfalls von einem Meter Durchschnitt, dieselbe Last trägt. — Man hat desshalb in die Formel des Widerstands die Höhe eingeführt und die praktische Formel

$$P = \frac{256b^4}{l^2}$$

erhalten.

(P ist das Gewicht in Kilogrammen, mit welchem ein hölzerner Pfosten mit Sicherheit belastet werden kann; es ist dieses der zehnte Theil des Gewichtes, welches Zerdrückung erzeugen würde; b ist die Seite der quadratischen Grundfläche; l die Länge des Pfostens; die Zahl 256 ist für starkes Eichenholz anwendbar; sie wird 180 für schwaches Eichenholz, 210 für starkes Tannenholz und 160 für schwaches Tannenholz.)

Wenn die Basis rechteckig ist, und wenn a die grösste Seite und b die kleinste Seite ist, so wird die Formel:

$$P = \frac{256ab^3}{l^2}$$

3) Wenn man das Widerstands-Verhältniss bezüglich des Höhenverhältnisses berechnet, so erhält man folgende Tabelle:

Höhe des Pfostens	Verhältniss des Widerstandes	Widerstand des Holzes (Eichen oder Tannen) per Quadrat-Millimeter	Permanente Belastung welche mit Sicherheit zu geben ist per Quadrat-Millimeter
		Kilogramm	Kilogramm
1	1	4,2	0,42
12	$^5/_6$	3,5	0,40
24	$^1/_2$	2,1	0,36
36	$^1/_3$	1,4	0,19
48	$^1/_6$	0,7	0,10
60	$^1/_{12}$	0,4	0,05

4) Der Widerstand der hölzernen Stützen nimmt ab, so wie sie anfangen, sich zu biegen. Dieser Widerstand ist der Höhe und Basis proportional. Wenn die Seite der Basis 1 und die Höhe 60 ist, so sinkt der Widerstand von 1 auf $^1/_{12}$, was mit dem vorigen Verhältniss übereinstimmt.

5) Im trocknen Zustand leistet das Eichenholz und das Tannenholz dem Zerdrücken gleichen Widerstand; der Widerstand des Eichenholzes nimmt mit dem Austrocknen zu.

6) Die Pfähle der Pfahlroste, welche in dem Boden eingerammt sind, können sich nicht biegen, man kann sie deshalb 35 Kilogramme per Quadrat-Centimeter tragen lassen. — Dieser Widerstand entspricht einem Widerstand beim Eintreiben von $0,^{m}0025$ per Hitze (gewisse Anzahl Schläge) eines Rammklotzes von 500 Kilogrammen; der Widerstand, welchen die Gerüstpfähle dem Eintreiben entgegensetzen, ist $0,^{m}025$.

Satz V. — Das mittlere Verhältniss des Widerstands des Gusseisens gegen das Brechen durch Zerreissen, zum Brechen durch Zerdrücken ist 1 zu 3. Man sieht daraus, dass man bei grossartigen Bauten das Gusseisen gegen das Zerdrücken anwenden muss, statt es dem Zerreissen auszusetzen. Auch hat man heut zu Tage fast darauf verzichtet, diesen Stoff anderen Einwirkungen als jenen, welche von dem Zerdrücken herrühren, auszusetzen; sonst machte man Schienen und Waggon-Räder daraus, und thut dieses noch in Amerika und Deutschland, aber nur für die zu Waaren- und Erdtransport bestimmten Waggons. — Die wichtigste Anwendung des Gusseisens bei den Bauten ist die zu Stütz-Säulen oder Pfosten und zu Bögen, deren Gleichgewichts-Bedingungen sich folgendermaasen zusammenfassen lassen:

1) Bei den gusseisernen Stützen ist die Widerstandsfähigkeit der vierten Potenz des Durchmessers proportional und steht im umgekehrten Verhältniss zum Quadrat der Höhe. Es sind zahlreiche Versuche angestellt worden, um die Wahrheit dieser Theorie, welche nicht immer genau erfunden wurde, zu ermitteln.

2) Bei einer Höhe von 30mal dem Durchmesser tragen die geschmiedeten eisernen Säulen mehr Last als die Säulen aus Gusseisen, denn die Elasticität des Eisens spielt dabei eine Rolle.

3) Bei sehr langen Pfeilern ist der Widerstand gegen den Bruch dreimal grösser, wenn die Grundflächen eben sind, als wenn sie es nicht sind.

4) Die Verstärkung des Durchmessers nach der Mitte hin vermehrt den Widerstand nur um ein Achtel.

5) Die hohlen gusseisernen Säulen tragen bei gleichem äusserem Durchmesser schwerere Lasten als die massiven Säulen. Der innere Durchmesser muss $^4/_5$ des äusseren Durchmessers sein.

6) Bei den hohlen Säulen werden die Grenzen mehr durch die Leichtigkeit des Giessens des Gussstückes als die Berechnungen des Widerstands bestimmt; derselbe

hängt überdies von der Länge der zu giessenden Stücke ab. In diesen Grenzen kann, wenn der äussere Durchmesser und das zu tragende Gewicht gegeben ist, der innere Durchmesser auf dem Wege der Subtraktion gefunden werden. Aber man gelangt nur durch Versuche zum Ziel, denn die Dicke hängt, wie wir gesehen haben, auch von der Höhe ab.

7) Das Gusseisen, welches in Form von Bögen angewendet wird, hat sein eignes Gewicht als Hauptbelastung. Indessen ist es weniger dieses Gewicht, welches das Gleichgewicht dieser Construktionen zerstört und sie zu Grunde richtet, als die Wirkung der Erschütterungen und der täglichen Ausdehnung und Zusammenziehung, welche von der Hitze herrührt.

Satz VI. — Wenn man die so eben angegebenen Regeln der Berechnung unterzieht, so erhält man zur Bestimmung der Dimensionen der Pfeiler eine Formel, die auf das Gusseisen und Schmiedeisen angewendet werden kann:

$$P \text{ (Guss)} = \frac{R \,.\, S \,.}{1{,}45 + 0{,}0037 \left(\frac{h}{d}\right)^2}$$

$$P \text{ (Schmiedeisen)} = \frac{R \,.\, S \,.}{1{,}55 + 0{,}0005 \left(\frac{h}{d}\right)^2}$$

P in Kilogrammen ist die Last per Quadrat-Centimeter; R ist der Widerstand gegen den Bruch durch Zerdrücken auf den Quadrat-Centimeter; S ist der Durchschnitt im Quadrat-Centimeter; h die Höhe des Pfeilers und d sein Durchmesser.)

Wenn man in dieser Formel den Werth von R substituirt:

R (Gusseisen beim Brechen) = 7500 Kilogramm.

R (Schmiedeisen beim Brechen) = 2500 Kilogramm, und wenn man den Durchschnitt S in einer Funktion des Durchmessers ausdrückt:

$$S = \frac{\pi\, d^2}{4} = 0{,}78\ d^2$$

so erhält man

$$P \text{ (Gusseisen beim Brechen)} = \frac{5850\ d^4}{1{,}45\ d^2 + 0{,}0037\ h^2}$$

$$P \text{ (Schmiedeisen beim Brechen)} = \frac{1950\ d^4}{1{,}55\ d^2 + 0{,}0005\ h^2}$$

Dieses sind die Formeln beim Brechen: für die Sicherheit muss man für die Zahlen 7500 (Gusseisen) und 2500 (Schmiedeisen) 1250 (Gusseisen bei Sicherheit) und 600 (Schmiedeisen bei Sicherheit) setzen.

In letzter Analyse nehmen diese Formeln folgende Form an:

$$P \text{ (Gusseisen)} = \frac{d^4}{0{,}0015\ d^2 + 0{,}0000003\ h^2}$$

$$P \text{ (Schmiedeisen)} = \frac{d^4}{0{,}0033\ d^2 + 0{,}000001\ h^2}$$

Satz. VII. — Die Steine haben nur dem Zerdrücken zu widerstehen, denn sie dehnen sich nicht aus und biegen sich nicht; ihre Zerbrechlichkeit hindert dieses. Die physischen Eigenschaften der Steine, wie Härte, Schwere, Farbe, können nicht dazu dienen, über ihre Widerstandsfähigkeit zu urtheilen; es ist nöthig — wir wiederholen es — vor dem Beginn der Arbeit, besondere Versuche mit jeder Gattung anzustellen, aus welcher man den Widerstands-Coefficienten, der als Basis für die Berechnungen dient, entnimmt. Derjenige, welcher in der summarischen Tafel (siehe Satz III) aufgeführt ist, kann nur als Vergleichungs-Maassstab dienen. Wir fügen noch hinzu, dass man trotz dieser Ungewissheit annimmt, dass die Steine, welche aus der Mitte der Bänke eines Steinbruchs kommen, härter als jene sind, welche von der Seite oder der Decke der Schichten herrühren.

Von den besonderen Eigenschaften der Steine war schon in dem Capitel über Physik die Rede.

Satz VIII. — Als Gleichgewichts-Bedingungen für die Steine, welche dem Zerdrücken widerstehen sollen, nimmt man an:

1) Für ähnliche Figuren ist der Widerstand einer Steingattung den Durchschnittsflächen proportional.

2) Das Maximum des Widerstands liegt in der kubischen Form.

3) Die zum Mauerwerk vereinigten Steine dürfen nur den 20. Theil des Widerstands des einzelnen Steins tragen.

4) Um Steine, welche durch Mörtel verbunden sind, loszureissen, muss man nach der Beschaffenheit des Steins und Mörtels eine mittlere Kraft von 11,000 bis 24,000 Kilogrammen per Quadratmeter anwenden.

5) Wenn man die Cohäsionskraft (Widerstand gegen den Bruch durch das Zerreissen oder Auseinanderziehen) mit dem Widerstand gegen das Zerdrücken vergleichet, findet man das Verhältniss

1 : 12 (Kalkmörtel).
1 : 9 (Gyps).
1 : 8 (Puzzolane-Cement).

Biegung.

Erklärung. — 1) Wenn man die Biegung eines Körpers, welcher auf zwei Stützpunkten aufliegt, bis zum Brechen treibt, so wird der untere Theil convex werden und zerreissen; der obere Theil aber concav und zerdrückt werden. Diese beiden Theile, von denen der eine auseinandergezogen, der andere zusammengedrückt wird, werden durch eine Ebene getrennt, welche weder verlängert noch zusammengedrückt wird, und welches die Ebene der unveränderlichen Fasern, gewöhnlich die neutrale Faser genannt wird. — Auf der Existenz dieser neutralen Faser beruht die Theorie der Biegung.

2) Unter den Durchschnitten eines Körpers befindet sich einer, auf welchen die Belastung das Maximum der Wirkung äussert und welcher der gefährliche Durchschnitt genannt wird; man bezeichnet ihn auch in der Praxis mit dem Namen Bruchfläche. Der Durchschnitt an der Einspannung ist immer der gefährliche Durchschnitt.

3) Um diesen gefährlichen Durchschnitt verschwinden zu machen, braucht man dem Körper nur eine solche Form zu geben, dass alle Durchschnitte einen gleichen Widerstand bieten, auf diese Art bildet man Körper von gleichem Widerstand.

4) Ein Körper, welcher bis zur letzten Grenze, wo die Elasticität anfängt gestört zu werden, gebogen wird, fängt an verändert zu werden, und nimmt eine Krümmung an, welche man die elastische Krümmung heisst.

Satz I. — Die Gleichgewichts-Bedingungen der Körper, welche der Biegung ausgesetzt werden, sind in folgenden Grundsätzen enthalten, die auf Versuche basirt und durch den analytischen Calcul controlirt sind. Diese Grundsätze sind nur in den Fällen anwendbar, wo die Elasticität nicht überschritten wurde.

1) Bei der Biegung nimmt man Gleichgewicht des Widerstandes gegen das Zerreissen und Zerdrücken an; die Elasticität der Verlängerung ist merklich dieselbe wie jene des Zerdrückens und Biegens. Man begnügt sich damit eine Mittelzahl zwischen den beiden ersten Elasticitäts-Coefficienten zu suchen und wendet diese auf die Biegung an.

2) Wenn ein eingespannter oder frei auf zwei Stützpunkten ruhender Körper gebogen wird, so sind die Verkürzungen den Verlängerungen gleich.

3) Die Biegung eines an seinem Ende belasteten und am andern Ende eingespannten Körpers ist der Last und dem Kubus der Länge, welche die Tragweite oder der Hebelarm ist, proportional. — Wenn die Last

gleichförmig vertheilt wäre, so würde sie nur eine Biegung gleich $^3/_8$ jener erzeugen, welche entstehen würde, wenn sie wie vorher am Ende wirkte.

4) Die Biegung eines Körpers, welcher auf zwei Stützpunkten ruht und in der Mitte belastet wird, ist der Belastung und dem Kubus der halben Tragweite (oder Entfernung zwischen den Stützpunkten) proportional. — Die Biegung, welche durch eine gleichförmig vertheilte Last hervorgebracht wird, ist $^5/_8$ derjenigen, welche dieselbe Last erzeugt, wenn sie in der Mitte der Länge angebracht ist.

5) Es sind noch die Körper zu erwähnen, welche an beiden Enden eingespannt sind; ihre Stärke ist zweimal grösser als wenn sie frei aufruhen; dieser Fall findet nur bei den Balken, welche in der Mauer befestigt sind, statt. Die Befestigung muss alsdann solid sein und meistens einen Meter Tragweite haben. Wenn die Belastung in der Mitte befestigt ist, so verhält sich die Biegung wie diese Belastung und wie der Kubus der Hälfte der Tragweite.

6) Die Biegungen bei gleichen Tragweiten stehen bei prismatischen Stücken in umgekehrtem Verhältniss zu den Breiten und den Kuben der Dicken, welches auch die Befestigungsweise und die Belastung sei, vorausgesetzt, dass sie bei den verglichenen Körpern gleich sei.

7) Die Bewegung der Last hat Einfluss auf die Biegung eines Körpers. Diese Betrachtung ist sehr wichtig bei dem Bau der Eisenbahnbrücken. Der Einfluss der Geschwindigkeit erklärt sich durch die Umwandlung der Centrifugalkraft in Druck, denn das Gewicht bewegt sich in einer Curve, welche durch die Biegung erzeugt wird. Die Centrifugalkraft ist, wie man sich erinnern wird, dem Quadrat der Geschwindigkeit und der Pfeilhöhe der Krümmung proportional. Der Bruch findet jenseits der Mitte statt und zeigt sich oft an mehreren Stellen zugleich. Aber da diese Biegung nur während des Uebergangs stattfindet, so ist es augenscheinlich, dass, wenn die Belastung sehr schnell übergeht, diese Biegung

sich nicht zeigen kann, und sie nimmt, von einer gewissen Geschwindigkeit an, statt zuzunnehmen, ab. So läuft z. B. ein Schlittschuhläufer über Eis, welches brechen würde, wenn er langsam darüber ginge oder darauf stehen bliebe. — Wenn es sich in der Praxis darum handelt, Stücke von grosser Tragweite zu biegen, so muss man vermeiden, die Elasticitätsgränze zu erreichen; auch zieht man das Stabeisen dem Gusseisen vor, welches zerbrechlich ist, und dessen Verwendung zu geraden Balken, im Vorbeigehen gesagt, auf den englischen Eisenbahnen verboten ist.

(Siehe mein Handbuch des Eisenbahnbaues.)

Satz II. — Was hauptsächlich zu kennen nöthig ist, sind die Lasten, welche gebogene Stücke in den Grenzen der Elasticität tragen können.

Folgendes ist für die bei den Konstruktionen gebräuchlichsten Materialien eine Zusammenstellung der Belastungen auf den Quadratmeter Durchschnittsfläche.

Benennung der Materialien	Biegungs-Belastungen, welche mit Sicherheit auf den Quadrat-Meter Durchschnitt gegeben werden können
	Kilogrammen
Brücken aus Gusseisen auf Eisenbahnen	2,000,000
Brücken aus Gusseisen auf Landstrassen	3,000,000
Gussstücke für Maschinen und leichte Bauten	7,000,000
Holz von Eichen oder Tannen	7,000,000
Stabeisen	8,500,000
Stahl	19,000,000
Wellbäume aus Gusseisen für Wasserräder	3,000,000

(Anmerkung. — Diese Tabelle kann keine absoluten Werthe geben; wenn die Körper nur sehr kleine Biegungen annehmen dürfen, so muss man nach dem besonderen Falle obige Zahlen noch vermindern. Oertliche Rücksichten bestimmen fast immer die Wahl der Materialien, von welchen die Biegung abhängt; so können Balken und Dielenböden Biegungen erleiden, die Wellbäume der Räder, die Drehzapfen dürfen sich nicht biegen.

Satz III. — Die praktischen Formeln, welche die Bedingungen des Gleichgewichts der Kräfte ausdrücken, die eine Biegung veranlassen, gelten für die bei den Bauten gebräuchlichsten Materialien: wie Gusseisen, Stabeisen und Holz (Eichen oder Tannen). — Die zu tragende Last ist gewöhnlich gegeben, ebenso wie die Konstruktions-Einrichtungen und die Entfernung der Stützpunkte, und es muss daher für das gebogene Prisma die Durchschnittsfläche gesucht werden. Dieser Durchschnitt ist gewöhnlich ein Rechteck (bh). Es besteht für die Zimmerarbeiten schon ein bekanntes Verhältniss zwischen der Grundlinie (b) und der Höhe (h): die Grundlinie verhält sich nämlich zur Höhe wie 5 : 7.

Tabelle I. — Gleichungen für das Gleichgewicht eines prismatischen Körpers, welcher an einem Ende eingespannt ist.

(Bezeichnungen. b und h bedeuten die Grundlinie und Höhe, P die Last, p das Gewicht des laufenden Meters des Körpers, l die Länge des Körpers ausserhalb der Einspannung, b^3 drückt den quadratförmigen Durchschnitt aus, wenn $d = h$ wird, d^3 bedeutet den Kreis.)

Erster Fall. Körper am Ende belastet, sein Gewicht nicht berücksichtigt.

$$bh^2 \text{ (Gusseisen)} = \frac{Pl}{1,250,000}$$

$$bh^2 \text{ (Stabeisen)} = \frac{Pl}{1,000,000}$$

$$bh^2 \text{ (Holz)} = \frac{Pl}{100,000}$$

Zweiter Fall. Körper gleichförmig belastet, Gewicht mitbegriffen und p als Totalgewicht per laufenden Meter gerechnet.

$$bh^2 \text{ (Gusseisen)} = \frac{pl^2}{2,500,000}$$

$$bh^2 \text{ (Stabeisen)} = \frac{pl^2}{2,000,000}$$

$$b h^2 \text{ (Holz)} = \frac{p l^2}{200,000}$$

$$\frac{b h^3 - 2b' h'^3}{h} \left(\begin{array}{c}\text{Guss in doppelter T Form;} \\ b'h' \text{ sind die Dimensionen} \\ \text{der Rippen}\end{array}\right) = \frac{P l}{1,250,000}$$

$$\frac{b h^3 + b^3 h - b^4}{h} \left(\begin{array}{c}\text{Gusseisen, welches den} \\ \text{Durchschn. eines Kreu-} \\ \text{zes hat oder Körper m.} \\ \text{doppelten Rippen}\end{array}\right) = \frac{P l}{1,250,000}$$

$$h^3 \left(\begin{array}{l}\text{Balanciers aus Gusseisen, welche eine Höhe} = \\ \text{12 oder 16 mal der Dicke haben, — die Rippen} \\ \text{haben eine Breite} = 1/14 \text{ der Höhe d. Balanciers.}\end{array}\right) = \frac{P l}{192,000}$$

Tabelle II. Gleichungen für das Gleichgewicht eines prismatischen Körpers, welcher auf zwei Stützpunkten aufruht.

(Die Bezeichnungen sind dieselben wie in der vorigen Tabelle.)

Erster Fall. Körper in der Mitte belastet, ohne Berücksichtigung seines Gewichtes:

$$b h^2 \text{ (Gusseisen)} = \frac{P l}{4(1,250,000)}$$

$$b h^2 \text{ (Stabeisen)} = \frac{P l}{4(1,000,000)}$$

$$b h^2 \text{ (Holz)} = \frac{P l}{4(100,000)}$$

Zweiter Fall. Körper in der Mitte belastet, mit Berücksichtigung seines Gewichts.

$$b h^2 \text{ (Gusseisen)} = \left(\frac{\frac{P}{2} + p l}{1,250,000}\right) 1/2$$

$$b h^2 \text{ (Stabeisen)} = \left(\frac{\frac{P}{2} + p l}{1,000,000}\right) 1/2$$

$$bh^2 \text{ (Holz)} = \left(\frac{\frac{P}{2} + pl}{100{,}000} \right) \tfrac{1}{2}$$

Dritter Fall. Körper gleichförmig belastet.

$$bh^2 \text{ (Gusseisen)} = \frac{Pl^2}{4(2{,}500{,}000)}$$

$$bh^2 \text{ (Stabeisen)} = \frac{Pl^2}{4(2{,}000{,}000)}$$

$$bh^2 \text{ (Holz)} = \frac{Pl^2}{4(200{,}000)}$$

Satz IV. — Um die Anwendung der beiden obigen Tabellen zu erleichtern, ist es zweckmässig, einige summarische Erklärungen über die Auflösungen dieser Gleichungen und einige praktische Fälle: die Form der Balanciers, das Anbringen der Rippen, die Verzahnungen folgen zu lassen.

1) Diese Gleichungen sind auch für den Fall eingerichtet, wo man das Gewicht des Stückes nicht kennt. Dieses Gewicht kann nur berechnet werden, wenn die Dimensionen desselben gegeben sind; aber gerade diese Dimensionen muss man suchen; man erreicht dieses durch einen Kunstgriff: man berechnet sie nach diesen Formeln ohne das Gewicht zu berücksichtigen; man erhält so die ersten Dimensionen und folglich das Gewicht; man fängt nun die Berechnung nochmals an, indem man die Hälfte des Gewichtes, das man bei der Belastung gefunden hat, hinzunimmt, und berechnet nun diese Dimensionen von neuem, welche sodann für die Praxis hinreichend genau sind. — Uebrigens corrigiren sich alle diese Fehler von selbst durch den Sicherheits-Coefficienten, den man gleich $\frac{1}{10}$ nimmt, wie man ihn gleich $\frac{1}{12}$ etc. nehmen würde. Die Praxis allein kann diese Fragen entscheiden und sie hat sie wirklich in dem angeführten Sinne entschieden.

2) Man nimmt die Kraft, welche vom Ende des Balanciers getragen wird, gleich dem doppelten Dampfdruck in dem Dampfkessel an. — Man gibt der Krümmung die Form eines Kreisbogens, welcher die Parabel nachahmt und an den Enden von einer Höhe begrenzt ist, welche einem Drittel der Höhe der Mitte gleich ist.

3) Es liegt wenig daran, ob man die Rippe, welche die Stücke verstärkt, oberhalb oder unterhalb anbringt, so lange man die Elasticitätsgränzen nicht überschreitet; indessen hat die Erfahrung gezeigt, dass das Gusseisen dem Zerdrücken besser als dem Zerreissen widersteht; man muss daher bei Stücken, welche auf 2 Stützpunkten aufruhen, die untere Rippe der **T** Eisen stärker machen als die obere, indem die obere Rippe dem Zerdrücken, die untere dem Zerreissen ausgesetzt ist.

4) Die Dimensionen der Zähne, der Räder und Getriebe in Centimeter werden folgendermassen erhalten:

$a = 4b$ (geschmiertes Räderwerk, welches nach der Geschwindigkeit des Grundkreises weniger als 1^m50 in der Sekunde durchläuft.)

$a = 5b$ (geschmiertes Räderwerk, welches nach der Geschwindigkeit des Grundkreises mehr als 1^m50 in der Sekunde durchläuft.)

$a = 6b$ (befeuchtetes Räderwerk.)

b (Gusseisen) . . . $= 0{,}105 \sqrt{P}$

b (Kupfer, Bronze) . $= 0{,}131 \sqrt{P}$

b (Holz) . . . . . . $= 0{,}145 \sqrt{P}$

s . . . . $= 1{,}56$

(a ist die Breite der Zähne parallel mit der Achse des Rades; b die Dicke längs des Umfanges des Grundkreises gemessen; s der Vorsprung der Zähne über dem Radreif. — Siehe das Capitel Mechanik: Verzahnung.)

Satz V. — Den Gegenständen, welche überall denselben Widerstand leisten sollen, gibt man in der Theorie eine parabolische Form, und bildet so die Körper von gleichem Widerstands-Vermögen. — In der Praxis

beobachtet man diese Regel nicht strenge. Wenn der Gegenstand lang ist, rundet man blos die Enden ab, wie bei den Unterlaghölzern, welche unter die Längebalken der Brücken gelegt werden.

Das Profil an irgend einem Punkt wird durch folgende Gleichung bestimmt:

$$y = h \sqrt{\frac{\delta}{l}}$$

(y ist die Ordinate; δ die Abscisse der Parabel von dem Angriffspunkt der Kraft an gerechnet; h die Höhe und l die Länge des eingespannten Stückes.)

Die Körper von gleichem Widerstande in parabolischer Form vertragen eine doppelt so grosse Biegung, wie die prismatischen Körper. Diese Betrachtung genügt, um in diesem Falle die Berechnungen mit den vorstehenden Formeln vorzunehmen.

Satz VI. — Damit ein gebogener Körper die Elasticitäts-Grenze nicht überschreite, und damit er die Belastung mit Sicherheit trage, — ist es zweckmässig, à priori den Biegungspfeil, welchen man geben darf, zu bestimmen und die Dimensionen des Körpers darnach zu berechnen.

Die Bedingungen für das Gleichgewicht der gebogenen Körper sind in dem Satz I dieses Abschnittes aufgestellt worden. — Es geht daraus eine Proportionalität zwischen den Wirkungen der Last und der Biegung nach der respektiven Lage der Last und des gebogenen Körpers hervor. — Diese Proportionalität ist dieselbe für die Pfeilhöhen der Krümmungen. Man muss desshalb eine derselben berechnen, um die anderen daraus herzuleiten. Eine gleichförmig auf einen an seinem einen Ende eingespannten Körper vertheilte Last erzeugt daher eine gewisse Biegung, welche durch $^3/_8$ desselben Gewichts hervorgebracht werden kann; oder mit anderen Worten, wenn das Gewicht dasselbe bleibt, ist die Pfeilhöhe im ersten Falle gleich $^3/_8$ und im zweiten Falle gleich 1. — Dieselbe Deduction kann für die verschiedenen Lagen

eines eingespannten oder frei aufliegenden Körpers angewendet werden.

Die General-Formel, welche die Grösse der Pfeilhöhe (f) eines prismatischen, an einem Ende eingespannten Körpers ausdrückt, ist:

$$f. \text{(Biegung mit der Belastung am Ende)} = \frac{(P + {}^3/_8\, pl)\, l^3}{E\,.\,bh^3}$$

$$f. \text{(Biegung mit gleichförmig vertheilter Belastung)} = \frac{p\,.\,l^4}{E\,.\,bh^3}$$

(P ist die Belastung; p das Gewicht des laufenden Meters des Stückes; l die Länge; b die Basis und h die Höhe des Durchschnitts; E ist der Elasticitäts-Coefficient.)

Satz VII. — Die General-Formel kann folgende Modifikationen erleiden:

1) Wenn man das Gewicht des Körpers nicht berücksichtigt: $f = \frac{Pl^3}{Ebh^3}$ (Bezeichnungen wie oben.)

2) Wenn der Körper cylindrische Form annimmt, erhält man:

$$f = \frac{Pl^3}{Ed^4}$$

(d ist der Durchmesser des Cylinders; E (Gusseisen) $=$ 1,764,000,000; E (Schmiedeisen) $=$ 2,940,000,000; E (Holz $=$ 176,400,000.)

3) Wenn der Cylinder hohl ist, erhält man:

$$f = \frac{Pl^3}{E\,(d^4 - d'^4)}$$

(d' ist der innere Durchmesser; die Bezeichnungen sind die vorigen; der Werth von E ist der von Nro. 2.)

(Bemerkung. — Für hohle gusseiserne Röhren ist bei gleicher Menge der Materie der quadratische Durchschnitt der vortheilhafteste; sodann folgt der kreisrunde, der rechteckige und der elliptische. — Galilei ist der

erste, welcher die Bemerkung machte, dass hohle Röhren, wie die Stengel der Pflanzen und die Knochen der Thiere, der Biegung besser widerstehen, als wenn sie massiv wären.)

Satz VIII. — Bei bürgerlichen Bauten sucht man im Allgemeinen die Biegung der Theile zu vermeiden; in andern Fällen ist es nöthig, wie beim Zurichten der Holztheile für die Marine; in diesem Falle zeichnet man die Krümmungen auf Lehren nach folgendem Grundsatze:

Der Krümmungs-Halbmesser eines gebogenen Körpers ist gleich dem Quadrat der halben Tragweite, getheilt durch dreimal die Pfeilhöhe der Krümmung.

Torsion oder Windung.

Erklärung. — Die Maschinentheile, welche sich zu drehen bestimmt sind, setzen dieser Bewegung einen Widerstand entgegen, dessen Wirkung die Torsion ist; man sieht, wenn man einen Mechanismus in Bewegung setzt, die Treibräder gehen, während die entfernteren Stücke noch in Ruhe sind. Die Bewegung lässt daher diese Stücke einen Weg machen, und da sie in Beziehung auf den Punkt, wo der Widerstand angebracht ist, fest sind, so wird der Weg um die Achse gemacht, und die Körper werden gewunden. Diese Wirkung findet bei den Wellbäumen der Räder, bei den Achsen, bei den Bohrstangen etc. statt.

Satz I. — Die Gleichgewichts-Bedingungen für die Körper, welche der Torsion ausgesetzt sind, werden durch folgende Grundsätze bestimmt:

1) Das absolute Verrücken einer jeden Abtheilung des gewundenen Körpers ist seiner Entfernung von der Rotations-Achse proportional.

2) Alle Molekule, welche sich auf derselben Linie oder demselben Halbmesser befinden, welcher vor der Torsion durch die Achse ging, befinden sich nach der Torsion wieder auf demselben Halbmesser.

3) Die Theile, welche in einer Maschine der Torsion ausgesetzt sind, haben auch der Biegung zu widerstehen; man berechnet die auf jede dieser Kräfte bezüglichen Dimensionen besonders und nimmt natürlich die grösste an.

Satz II. — Wie wir schon früher gesehen haben, wird der Elasticitäts-Coefficient, welcher für das Zerreissen berechnet ist, durch die Zusammendrückung und Biegung modificirt. Diese Modifikation konnte auf die Torsion nicht angewendet werden. Für diese Kraft haben besondere Versuche den Coefficienten bestimmt, welchen man auch den Elasticitäts-Coefficienten der Torsion (E') nennt. Dieser Coefficient ist die eingebildete in Gewicht ausgedrückte Kraft, welche im Stande ist, eine Torsion von einem Meter bei einem Cylinder hervorzubringen, welcher einen Meter Höhe und einen Quadrat-Meter Basis hat.

Folgendes sind die Werthe dieses Coefficienten in alphabetischer Ordnung:

Bronze	1,068,000,000
Eichenholz	400,000,000
Eisen in Barren	6,660,000,000
Eisen, weiches	6,000,000,000
Gusseisen	2,000,000,000
Kupfer	4,000,000,000
Stahl, gegossener, feiner	10,000,000,000
Stahl, ordinärer	6,000,000,000
Tannenholz	430,000,000

Satz III. — Die Formel, welche die Gleichgewichts-Bedingungen bei der Torsion eines kreisrunden Wellbaums angibt, ist das Resultat der Beobachtung. Man stellt die Gleichung, welche den zu gebenden Durchmesser bestimmt, auf zweierlei Arten auf.

Nach der ersten Art zieht man die Brutto-Kraft, welche dem Wellbaum mitgetheilt wird, und die Anzahl der Rad-Umläufe in Betracht und erhält für den Werth des Durchmessers in Centimetern:

$$d^3 = \frac{c \, . \, P}{n}.$$

(P ist die Kraft in Kilogrammen, welche auf den Wellbaum in einer Minute übertragen wird; n die Anzahl der Radumläufe in einer Minute; c der Coefficient; c (Stab-Eisen) = 0,41; c (Gusseisen) = 0,63; c (Holz) = 20,0.)

Bei der zweiten Art zieht man die Torsionskraft, welches die Last (P) ist, die an dem Hebelarm (m) wirkt, in Betracht, und man erhält für den Werth des Durchmessers:

$$d^3 = \frac{Pm}{c};$$

c (Guss- oder Stab-Eisen) = 30,000 bis 250,000; c (Holz) = 20,000 bis 43,000.

Satz IV. — Die obige allgemeine Formel modificirt sich von dem Augenblick an, wo die Wellbäume der Maschinen, deren Belastung in der Mitte angebracht ist, Stösse erhalten können.

Der quadratische Wellbaum hat zum Ausdruck:

$$h^3 = \frac{Pl}{625{,}000} \text{ (Gusseisen);}$$

$$h^3 = \frac{Pl}{500{,}000} \text{ (Stabeisen);}$$

$$h^3 = \frac{Pl}{50{,}000} \text{ (Holz).}$$

Der cylindrische Wellbaum hat zum Ausdruck:

$$d^3 = \frac{Pl}{388{,}160} \text{ (Gusseisen);}$$

$$d^3 = \frac{Pl}{295{,}000} \text{ (Stabeisen);}$$

$$d^3 = \frac{Pl}{29{,}500} \text{ (Holz);}$$

(h ist die Seite des Quadrats; d der Durchmesser; P ist die Last; l die Tragweite.)

(Bemerkung. — Bei hohlen Wellbäumen macht man den inneren Durchmesser gleich $^3/_5$ des äusseren Durchmessers; die Dicke des Gusses ist gleich $^2/_5$ des äusseren Durchmessers.)

Satz V. — Der Durchmesser der Drehzapfen kann nach folgender Gleichung berechnet werden:

d^3 (Drehzapfen aus Gusseisen an Wasserrädern) $= \frac{Pl}{368{,}150}$;

d^3 (gewöhnlicher Drehzapfen aus Gusseisen, geschmiert) $= \frac{P}{736{,}000}$;

d^3 (Drehzapfen aus Schmiedeeisen, geschmiert) $= \frac{P}{598{,}000}$.

Die Maschinenbauer nehmen auch die folgenden Formeln zur Bestimmung der Durchmesser der Drehzapfen an:

d (Stabeisen) $= 0{,}6 \sqrt[3]{P}$ (für die Dampfmaschinen);

d (Stabeisen) $= 0{,}4 \sqrt[3]{P}$ (für die starken Maschinen ohne Stoss oder Reaktion).

(Bemerkung. — Aus diesen Gleichungen ergibt sich, dass der Widerstand der Drehzapfen dem Kubus ihres Durchmessers proportional ist; im allgemeinen macht man den Durchmesser der Drehzapfen ihrer Länge gleich.

Die obigen Coefficienten sind für Stabeisen berechnet; wenn man sie mit $1/_{16}$ multiplicirt, erhält man den Durchmesser der Drehzapfen aus Gusseisen.)

Satz VI. — Der Durchmesser der Wagenachsen:

$$= d^3 \text{ (Stabeisen erster Qualität) } = \frac{Pl}{700{,}000}.$$

(P ist die Last, welche auf den Achsen ruht; l die Länge der Achsen.)

Um die Reibung so viel wie möglich zu vermindern, nimmt man als praktische Regel an:

Durchmesser der Achsen	Tilbury	3	Centimeter
	Waggon	6	»
	Wagen	7	»
	Diligence	7	»

Satz VII. — Im Obigen suchte man die Dimensionen kennen zu lernen, welche man den Maschinen-Theilen geben muss, damit sie nicht gewunden werden. Aber wenn sie einmal eine Windung erlitten haben, kann es nützlich sein den Werth des Torsionswinkels (a) kennen zu lernen, welcher in der Angriffsebene der Kraft (P) liegt, die auf einen Wellbaum wirkt:

$$a = \frac{Pml}{E'}$$

(Bemerkung. — In diesem Falle wird der Wellbaum so betrachtet, als ob er an seinem einen Ende eingespannt wäre und an seinem freien Ende gedreht würde. Aber wenn der Baum durch die bewegende Kraft gedreht wird, muss man ihn so ansehen, als ob er an dem Punkte eingespannt wäre wo der Widerstand wirkt.)

(m ist der Hebelarm der Kraft P; l die Länge des Wellbaums; E' ist der Drehungs-Coefficient, welcher besonders für diese Formel berechnet ist:

E' (kreisrunder Durchschnitt, Stabeisen) = 595082850 d^4
E' (kreisrunder Durchschnitt, Stahl) = 577440800 d^4
E' (quadratischer Durchschnitt, Stabeisen = 993575000 b^4
E' (quadratischer Durchschnitt, Stahl) = 980294660 b^4

Stabilität der Gebäude.

Die durch Versuche ermittelten Angaben, und die Formeln, welche auf die Stabilität und die verhältnissmässigen Dimensionen der Gebäude Bezug haben, sind im Folgenden nach alphabetischer Ordnung zusammengestellt:

Bedeckung. — Siehe Dach.

Dach. — Die durch Versuche ermittelte Angaben bezüglich der Bedeckung eines Daches sind folgende:

Gattung der Materialien der Dachbedeckung	Neigung des Daches	Gewicht des Quadrat-Meters der Bedeckung	Menge des Zimmerholzes per Quadrat-Meter Eindeckung
	Grade	Kilogramm	Cubik-Meter
Asphalt	18—21	25	0,056
Blei	16—20	40 bis 53 (von 3 bis 4 Millimeter Dicke)	0,060
Eisenblech	20—25	7 bis 8 (von 7 Dix-Millimeter Dicke.)	0,041
Flache Ziegel . . .	31—45	60	0,063
Hohlziegel, gemauert .	27—31	136	0,068
Hohlziegel, nicht gemauert	21—27	85	0,058
Kupfer	20—25	6 bis 7 (von 6 bis 7 Dixmillim. Dicke.)	0,040
Schiefer	34—45	38	0,056
Zink	15—20	9	0,043

(Bemerkung. — Die Ueberladung, welche die Dächer der Häuser in unserem Clima zu tragen haben, rührt von dem Schnee her, dessen höchstes Gewicht 40 Kilogramme per Quadratmeter erreicht. Obige Dimensionen sind darnach berechnet.)

Dachstuhl. — Wenn man für dasselbe System eines geraden Dachstuhls aus Zimmerholz, als Grenze der Tragweite 14 Meter und 24 Meter annimmt, so erhält man folgende Gevierte Abmessungen der Theile dieses Dachstuhls, welcher jede Art von Bedeckung tragen kann.

Aufhängestange von Gusseisen	0,m02 bis 0,m03
Obere Dachstuhlsäule	0,m20 bis 0,m26
Untere Dachstuhlsäule	0,m30 bis 0,m44
Strebe	0,m10 bis 0,m15
Riegel	0,m22 bis 0,m30
Zugstange von Eisen	0,m05 bis 0,m06

Druck der Erde. — Dieser Druck wird durch eine Funktion des Reibungswinkels der Erde, welcher die Böschung ist, ausgedrückt. Dieser Reibungswinkel oder diese Böschung bildet sich von selbst, wenn man die Erde auf einen Haufen wirft. Er beträgt 39 Grade für trockene Erde; 43 Grade für feuchte Erde; 31 Grade für feinen Sand. Dieser Druck

$$= \frac{1}{2} h^2 \, l \, . \, p \, . \, \text{tangt.}^2 \left(45^0 - \frac{a}{2}\right).$$

(h ist die Höhe der Mauer; l ihre Länge; p die Dichtigkeit der Erde; a der Böschungswinkel.)

Druck eines Gewölbes.— Siehe Gewölbe.

Druck eines Bogens oder Lehrbogens aus Zimmerholz. — Dieser Druck hängt von der Vertheilung der Last ab; er ist gleich:

0,16 P für eine Belastung, welche gleichförmig auf dem Umkreis des Lehrbogens vertheilt ist;

0,22 P für eine Belastung, welche gleichförmig nach einer horizontalen Linie vertheilt ist;

0,32 P für eine Last, welche am höchsten Punkt des Bogens aufgehängt ist.

(P ist das Totalgewicht, das von dem Bogen getragen wird.)

Fussboden. — Die Höhe einer Schwelle ist von Rondelet zu $^1/_{24}$ der Tragweite angenommen worden.

Die Regel von Tredgold ist, bezüglich der Höhe einer Schwelle folgende:

$$h \text{ (Tannenholz)} = 0{,}036 \sqrt[3]{\frac{c^2}{a}}$$

$$h \text{ (Eichenholz)} = 0{,}037 \sqrt[3]{\frac{c^2}{a}}$$

(c ist die Tragweite des Fussbodens; a die Länge der Schwelle.)

Fussboden von Schmiedeisen. — Die Länge der Schwelle ist gewöhnlich 6,^{m}60; die Tragweite 6^m; die Entfernung von einander 0,^{m}75; das Gevierte 165 Millimeter auf 9 Millimeter. Die Riegel haben ein Gevierte von 11 Millimeter auf 11 Millimeter. Das Gewicht des auf einen Quadratmillimeter Fussboden verwendeten Eisens beträgt 18 Kilogramme. Ein Quadratmeter Fussboden kann 500 Kilogramme tragen, ein laufender Meter Schwelle 370 Kilogramme; als gewöhnliche Belastung eines eisernen Fussbodens nimmt man 400 Kilogramme auf den Quadratmeter an, wobei das eigene Gewicht des Fussbodens mitbegriffen ist.

Fundamentirung der Bekleidungsmauern. — Siehe Bekleidungsmauer.

Gewölbe. — Hauptdimensionen für ein gemauertes und mit einem Pflaster oder einer Ueberkiesung belastetes Gewölbe.

Durchmesser des Gewölbes	Dicke am Schlussstein	Dicke des Uferpfeilers oder Widerlagers, wenn seine Höhe über dem Fundament gleich ist:			
		0,m00	1,m00	3,m00	8,m00
Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter
Gewölbe in vollem Bogen.					
1	0,36	0,40	0,50	0,65	0,80
2	0,40	0,45	0,70	0,85	1,10
5	0,50	0,65	1,00	1,30	1,70
10	0,67	1,20	1,50	2,00	2,60
20	1,04	2,30	2,65	3,10	4,00
50	2,06	5,15	5,40	6,10	7,20
Korbbogen-Gewölbe um 1/3 gedrückt.					
1	0,38	0,65	0,75	0,85	1,00
2	0,43	0,90	1,05	1,15	1,35
5	0,61	1,55	1,85	2,10	2,40
10	0,84	2,10	2,50	3,05	3,70
20	1,35	3,20	3,80	4,50	5,30
50	2,85	6,70	7,40	8,20	9,60

Der Uferpfeiler trägt die Hälfte sowohl des Gewichtes des Bogens als des Druckes des Gewölbes; er muss desshalb dem Zerdrücken und dem Umwerfen widerstehen. Die Bedingung, welche die Stabilität gegen das Zerdrücken sichert, ist derjenigen gegen den Gewölbe-Druck sehr untergeordnet; man bestimmt desshalb seine Dicke nur rücksichtlich dieser letzteren Kraft.

Gewöhnlich findet der Bruch eines Gewölbes durch ein Uebermaass des Gewölbedruckes statt, wenn die oberen Theile des Gewölbes heruntersinken und die unteren Theile aus der Wölbung hinausdrücken. Dieser

Bruch entsteht bei einem Gewölbe in vollem Bogen gegen den Winkel von 60 Graden mit der Vertikalen hin; bei einem Korbgewölbe gegen den Winkel von 50 Graden von dem Anfang des Gewölbes an; endlich findet bei einem Kreisbogengewölbe der Bruch beim Anfang des Gewölbes statt.

Gewölbebogen in Kreisbogenform. — Der Halbmesser dieses Gewölbebogens ist:

$$= \frac{l^2 + m^2}{2m}$$

(l ist die Breite der halben Oeffnung des Bogens und m seine Höhe, welche wenigstens $^1/_8$ der Sprengweite beträgt.)

Landpfeiler. — Siehe Gewölbe.

Lehrbogen aus Zimmerholz oder Eisen. — Das Gevierte dieses Lehrbogens kann folgendermassen festgesetzt werden:

1) Für einen rechtwinkligen Durchschnitt (ab^2) $= \frac{P}{R}(0{,}6b + 0{,}27\ r)$; in diesem Fall ist die Last gleichförmig auf dem Lehrbogen vertheilt;

$= \frac{P}{R}(0{,}6b + 0{,}55\ r)$; in diesem Falle ist die Last an dem höchsten Punkt des Lehrbogens aufgehängt.

2) Für einen kreisförmigen Durchschnitt (r^3), $= \frac{P}{R}(0{,}13\ r' + 0{,}06\ r)$; in diesem Falle ist die Last gleichförmig auf dem Lehrbogen vertheilt.

$= \frac{P}{R}(0{,}2\ r' + 0{,}21\ r)$; in diesem Falle ist die Last am höchsten Punkte des Lehrbogens aufgehängt.

(P ist das Totalgewicht des Lehrbogens; R die grösseste Compressionskraft, welche ein Quadrat-Meter des Stoffes, aus welchem der Bogen besteht, aushalten kann = 300,000 (Zimmerholz); = 5,000,000 (Guss- oder Schmiede-Eisen); r ist der Radius des Bogens; r' der

Radius des kreisförmigen Durchschnitts des Bogens; a die Grundlinie, b die Höhe des rechtwinkeligen Durchschnitts.)

Mauer. — Ausser den hier unten angegebenen Regeln giebt man den Mauern der Gebäude jeglicher Art eine Dicke von $\frac{1}{8}$ der Höhe für Fälle grosser Stabilität; eine Dicke von $\frac{1}{10}$ der Höhe für die mittlere Stabilität; $\frac{1}{12}$ der Höhe ist die äusserste Grenze der Stabilität.

Bekleidungsmauer. — Die Dicke, welche man derselben an der Basis geben muss, damit sie dem Erddrucke widersteht

$$= 0{,}285\ (h + h')$$

(h die Höhe der Mauer aus Steinen; h' die Höhe der oberen Belastung; h' wird von 0 bis zweimal h gerechnet.)

Man gibt den Trockenmauern eine Stärke gleich $\frac{5}{4}$ von jener, welche durch die vorhergehende Formel angegeben ist.

Die Tiefe des Fundaments der Bekleidungsmauer, um das Gleiten zu verhüten $= 1{,}4$ tangt. $\frac{1}{2}\ a \sqrt{\frac{2p^1}{p}}$.

(p' ist der Ueberschuss des Druckes über die Reibung; p das Gewicht des Kubikmeters Erde; a ist der Complementswinkel der natürlichen Böschung der Erde. — Siehe das Wort Erddruck.)

Es ist vortheilhaft, die Bekleidungsmauern gegen die Erde um $\frac{1}{6}$ ihrer Höhe zu neigen, oder ihnen eine Krümmung von 20 Meter Radius zu geben.

Unabhängig von obigen Angaben nimmt man als praktische Regel an, der Basis der Bekleidungsmauern folgende Dimensionen zu geben:

Festungsmauern	$0^m35\ h$
Gebogene oder geneigte Mauern	$0^m2\ h$
Kaimauern aus Bruchsteinen	$0^m4\ h$
Kaimauern aus Backsteinen	$0^m4\ h$
Trockene Mauern	$0^m5\ h$

Frontmauer für Gebäude mit einfacher Wohnung. — Die Dicke $= \frac{2l + h}{48} + 0^m 25$.

Für doppelte Wohnung. Dicke $= \frac{l + h}{48}$.

(l ist die Breite des Gebäudes; h die Höhe der Mauer.)

Die Dicken dieser Mauern für Häuser von mittlerer Breite und für Stockwerkshöhen von 4 Meter sind:

Im Fundament	0,m73 bis 0,m97.
In der Höhe der Keller	0,m57 — 0,m81.
Im unteren Stockwerk	0,m48 — 0,m65.
Im ersten Stockwerk	0,m43 — 0,m54.
Im zweiten Stockwerk	0,m40 — 0,m48.
Im dritten Stockwerk	0,m30 — 0,m42.

Scheidemauern von Wohnhäusern. — Die Dicke

$$= \frac{l + h}{36} + 0{,}013 . n .$$

(l ist die Breite des Gebäudes; h die Höhe der Mauer; n die Anzahl der Stockwerke.)

Die Dicken dieser Mauern für Häuser mittlerer Breite und für Stockwerkshöhen von 4 Meter sind:

Im Fundament	0,m70 bis 0,m80.
Im Niveau der Keller	0,m50 — 0,m60.
Im unteren Stockwerk	0,m35 — 0,m40.
Im dritten Stockwerk	0,m20 — 0,m30.

Umfassungsmauer. — Die Dicke am Fundament

$$= \frac{h}{10} \left(\frac{l}{\sqrt{l^2 + h^2}} \right)$$

(h ist die Höhe der Mauer; l ihre Länge.)

Pfeiler. — Der Gewölbedruck hält sich auf dem Pfeiler das Gleichgewicht, welcher daher nur dem Zusammendrücken ausgesetzt ist, wenn man nicht einen Widerlager-Pfeiler macht, welcher, wie sein Name ausdrückt, im Stande ist, dem Druck zu widerstehen, wenn ein Gewölbe-

Zwischenraum, welchen die Baumaterialien zwischen sich lassen. — Diese Zwischen-Räume können, alphabetisch geordnet, folgendermassen abgeschätzt werden:

Abgerundete Steine von verschiedener Grösse mit eckigen Steinen in Haufen gemischt	0,39
Bruchsteine, ohne Ordnung aufgehäuft	0,51
Bruchsteine, enge, in einen Kasten gesetzt.	0,40
Feiner, trockener, festgesetzter Sand.	0,33
Feiner, trockener Quarzsand	0,43
Feuchter Sand	0,40
Grosse Steine, in unregelmässigen Haufen	0,46
Hausteine, in kleinen Haufen aufgesetzt.	0,27
Kleine eckige Steine, von ungleicher Grösse in Haufen . .	0,46
Runde Pflastersteine, von verschiedenen Dimensionen in einen Kasten gesetzt	0,29
Runde Pflastersteine, fest zusammengesetzt	0,26
Splitter von Kieselsteinen, in einen Kasten geschüttet . .	0,40
Steine in Haufen, Steinsplitter	0,50

Capitel VI.

Hydraulik.

Eintheilung der Hydraulik.

Erklärung. — Die Wissenschaft der Hydraulik umfasst: die Hydrostatik, welche von dem Gleichgewicht der Flüssigkeiten handelt, und die Hydrodynamik, welche die Bedingungen ihrer Bewegung festsetzt. Die Betrachtungen über das Gleichgewicht und über die Bewegung der Flüssigkeiten finden ihrerseits wieder

Anwendung auf die nicht zusammendrückbaren Flüssigkeiten: die tropfbarflüssigen Körper; und die zusammendrückbaren Flüssigkeiten: die Gase und hauptsächlich die Luft, und führen uns allmählig zu dem Studium der Wasser- und Gasmaschinen. Als Nebenfrage haben wir das Messen der Geschwindigkeit und des Ausflusses der Flüssigkeiten zu untersuchen; denn auf der Ermittelung dieser Werthe beruht die Einrichtung obengenannter Werke.

Gleichgewicht der Flüssigkeiten.

Satz I. — Das Gleichgewicht der Flüssigkeiten wird durch folgende Bedingungen bestimmt: — 1) Der Druck, welcher auf eine Flüssigkeit ausgeübt wird, ist gleich dem Gegendruck. — 2) Bei einer im Gleichgewicht befindlichen Flüssigkeit ist der Druck für alle in einer horizontalen Ebene befindliche Punkte gleich. — 3) Der Druck auf eine Flächen-Einheit an irgend einem Punkt der Flüssigkeit ist gleich dem Druck an einem andern Punkt oberhalb dem ersten, vermehrt um das Gewicht einer Flüssigkeitssäule, deren Höhe der Unterschied des Niveaus der beiden Punkte und deren Basis die Flächeneinheit ist. — 4) Der Unterschied des Niveaus einer Flüssigkeit in 2 Gefässen, welche miteinander in Verbindung stehen, ist gleich der Höhe eines Cylinders der fraglichen Flüssigkeit, dessen Basis die Flächeneinheit und dessen Gewicht gleich dem Unterschiede des auf die Flächeneinheit reducirten Druckes ist. — Die Folge dieses Satzes ist der Grundsatz der Gleichheit des Drucks.

Satz II. — Der Grundsatz der Gleichheit des Druckes, Grundsatz von Pascal, wird folgendermaassen ausgedrückt: »Der Druck, welcher auf einen Punkt einer Flüssigkeit ausgeübt wird, pflanzt sich auf alle Theile der Flüssigkeit im Verhältniss zur Ausdehnung ihrer Oberfläche fort.« — Auf diesem Grundsatze beruht die Construktion

der hydraulischen Pressen. An diesen Pressen befinden sich 2 von einander verschiedene Theile: Eine Saug- und Druckpumpe, welche den Druck ausübt, und eine Platte mit einem Kolben, welche den Druck erhält, um ihn auf den zu pressenden Körper fortzupflanzen. Wenn der Durchschnitt des Kolbens der Pumpe ein Hundertel von dem Kolben-Durchschnitt der Platte ist, so kann eine Kraft von 1 Kilogramm an der Pumpe einen Druck von 100 Kilogrammen erzeugen. Da ein Mann mit einem Hebel bei den gewöhnlichen Pressen eine Wirkung von 300 Kilogrammen erzeugen kann, so wird der Kolben an der Platte mit einer Kraft von 30,000 Kilogrammen fortgeschoben.

Satz III. — Die Drücke, welche von einer Flüssigkeit auf die Oberfläche eines eingetauchten Körpers ausgeübt werden, haben eine vertikale Resultante: den Gegendruck der Flüssigkeit, welcher von unten nach oben wirkt, und gleich dem Gewicht der Flüssigkeit ist, welche den Platz des Körpers einnehmen würde; diese Resultante geht durch den Schwerpunkt der verdrängten Flüssigkeit. — Dieser Satz, unter dem Namen des Grundsatzes des Archimedes bekannt, wird auch folgendermaassen ausgedrückt: »Ein Körper, welcher in eine Flüssigkeit getaucht wird, verliert dort einen Theil seines Gewichts, der gleich ist dem Gewichte der verdrängten Flüssigkeit.«

Es ist augenscheinlich, dass der Mittelpunkt der verdrängten Flüssigkeit mit dem Mittelpunkte des in die Flüssigkeit eingetauchten Körpers zusammenfällt, wenn der Körper homogen ist. — Wenn der Gegendruck grösser ist, als das Gewicht des in die Flüssigkeit eingetauchten Körpers, so steigt dieser, und damit Gleichgewicht stattfinde, muss natürlich das Gewicht des Körpers gleich dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit sein, und der Schwerpunkt des Körpers in derselben vertikalen Linie liegen, wie der Schwerpunkt der verdrängten Flüssigkeit. Wenn der Körper geneigt ist, so wirken die beiden Kräfte: sein

Gewicht und der Gegendruck zusammen, um ihn gerade zu richten. — Hierher gehört auch noch das stabile und instabile Gleichgewicht.

Dieses sind die Hauptgrundsätze der Ruhe der Flüssigkeiten oder der Hydrostatik. Wir wollen jetzt auch den zweiten Theil der Hydraulik: die Hydrodynamik betrachten, welcher die Bedingungen für die Bewegung der Flüssigkeiten enthält, und werden mit dem Messen der Geschwindigkeit des Wassers anfangen.

Messen der Geschwindigkeit des Wassers.

Erklärung. — Es gibt verschiedene Methoden, die Geschwindigkeit des Wassers zu messen. Man wirft leichte Körper hinein und beobachtet mit einer Sekundenuhr den durchlaufenen Raum. Dieses Verfahren ist nur für die Oberfläche maassgebend. Um die Geschwindigkeit gegen den Boden der Strömung hin zu ermitteln, wendet man ein Instrument an, welches Mühle von Woltmann heisst und aus Radflügeln bestehet, die mit einem Zähler verbunden sind. Man gelangt auch zu einem genügenden Resultat, wenn man die Neigung eines Fadens beobachtet, der in die Strömung gehalten wird und an welchem man eine Kugel befestigt hat; man kann diese Kugel durch eine Scheibe ersetzen, welche den Stoss des Wassers aufnimmt und dadurch eine Feder biegt. — Diese Methoden werden bei Kanälen und Flüssen angewendet. — In letzteren ist die Geschwindigkeit sehr veränderlich, namentlich wenn ihr Flussbett noch nicht regulirt ist, das heisst, wenn nicht dieselbe Wassermenge in derselben Zeit durch alle Durchschnitte, welche senkrecht auf den Lauf des Flusses gemacht werden, hindurchgehen, und wenn das Niveau nicht dasselbe bleibt. Die Verschiedenheiten in dem Gefälle, die Ungleichheiten des Grundes, die Krümmungen des Flussbettes, ändern den Gang des Wassers jeden Augenblick und erzeugen Wirbel und Geschwindig-

keiten gegen den Strom. — Ausser diesen Unregelmässigkeiten zeigen sich noch merkliche Unterschiede zwischen der Geschwindigkeit an der Oberfläche und auf dem Grund.

Die Oeffnungen, durch welche das Wasser abfliesst, heissen Ausflussöffnungen, von welchen 3 Arten im Gebrauch sind: die Ausflussöffnungen, welche in die freie Luft münden; diejenigen, welche in ein darunter befindliches Gefäss ausmünden und Oeffnungen unter Wasser heissen; endlich die Oeffnungen mit Ueberfall, bei welchen das Wasser über ein Schutzbrett oder einen Damm läuft, dessen oberster Theil Fachbaum heisst. — Die Mündung ist in dünner Wand, wenn der Wasserstrahl sich von dieser Wand ablöst; wenn der Wasserstrahl der Wand folgt, oder wenn die Mündung noch mit einer Abflussröhre, mit einem Ansatzrohr, versehen ist, so sagt man, die Flüssigkeit fliesst aus einer dicken Wand oder Mündung (Ansatzrohr). — Die Ausflussöffnungen sind oft mit einem Kanal in Verbindung, welcher den Namen Gerinne erhält.

Satz I. — Es bestehet eine gewisse Beziehung zwischen der Geschwindigkeit an der Oberfläche, in der Mitte und am Boden eines Kanals oder Flusses; man hat gesucht, sie mit Curven, zum Beispiele mit einer Ellipse, zu vergleichen; die Geschwindigkeit würde alsdann bis zur Mitte zunehmen und von da an würde sie bis zu dem Boden wieder abnehmen. — Man nimmt auch an, dass die Geschwindigkeit gegen den Boden eines Kanals hin der doppelten mittleren Geschwindigkeit weniger der Geschwindigkeit an der Oberfläche gleich ist.

Die Erfahrung hat eine nähere Beziehung zwischen diesen verschiedenen Geschwindigkeiten festgesetzt; um die mittlere Geschwindigkeit, welche man in der Praxis nöthig hat, zu erhalten, genügt es, die Geschwindigkeit an der Oberfläche zu messen und sie mit folgenden Coefficienten zu vermehren:

Geschwindigkeit an der Oberfläche in der Sekunde.	Reduktions-Coefficient, um die mittlere Geschwindigkeit zu erhalten.
Meter.	
0,10	0,76
0,50	0,79
1,00	0,81
1,50	0,83
2,00	0,85
3,00	0,87
3,50	0,88
4,00	0,89.

Satz II. — Man ist weiter gegangen und hat aus dem Gefälle, dem Querprofil des Wassers und dem Umfang des Querprofils (Wand genannt) die Geschwindigkeit abgeleitet; die folgende Formel gibt dieselbe an:

$$V = 56{,}86 \sqrt{\frac{s\,i}{p\,l}}.$$

(p ist die Wand oder der Umfang des Querdurchschnitts eines laufenden Wassers bis zum Niveau des Wassers; s ist die Fläche des Querschnitts; l die Länge des Laufes des Wassers, welche dem Gefälle entspricht; i das Gefälle).

Satz III. — Die Geschwindigkeit des Wassers hat ihre Grenzen, welche die Natur vorgezeichnet hat: so würde der Grund der Kanäle und Flüsse beständig fortgerissen werden, wenn er keinen hinreichenden Widerstand leisten würde; die Geschwindigkeit übersteigt folgende Grenzen nicht:

Beschaffenheit des Grundes.	Schnelligkeit am Boden und an den Wänden in der Sekunde.
Erde	0,08
Erweichter Thon	0,15
Felsen	1,80
Harte Felsen	3,00
Kies	0,60
Kieselsteine	0,62
Sand	0,30
Schiefer oder Conglomerat	1,50
Zerschlagene Steine	1,20.

Satz IV. — Der Abfluss des Wassers in der Luft folgt dem unter dem Namen des Toricellischen Lehrsatzes bekannten Gesetze: »Die flüssigen Moleküle, wenn sie aus einer Oeffnung fliessen, haben dieselbe Geschwindigkeit, als wenn sie frei in dem leeren Raum von einer Höhe herabgefallen wären, welche der Höhe des Niveaus über dem Mittelpunkte der Oeffnung gleich ist.«

Der Folgesatz aus diesem Lehrsatz kann folgendermassen ausgedrückt werden: »Die Abflussgeschwindigkeit aller Flüssigkeiten ohne Unterschied hängt von der Tiefe der Mündung unter dem Niveau ab. — Die Abflussgeschwindigkeit in verschiedenen Tiefen verhalten sich wie die Quadratwurzeln der Tiefen der Ausflussöffnungen unterhalb dem Niveau.«

Der praktische Beweis dieses Lehrsatzes findet sich bei den Springbrunnen, deren Höhe des Wasserstrahls das Niveau des Reservoirs erreichen würde, wenn bei ihrem Laufe von diesem Reservoir bis zur Mündung die Moleküle keinen Widerstand an den Wänden der Röhre erleiden, und die atmosphärische Luft sich durch ihren Widerstand dem freien Abfliessen nicht widersetzen würde. Die Geschwindigkeit dieser Wasserstrahlen in den Röhren ist 0^m2 bis 0^m3 in der Sekunde.

Satz V. — Die Abflussgeschwindigkeit des Wassers in dünnen Wänden ist nach dem Toricellischen Lehrsatze:

$$V = \sqrt{2\,g\,h} \quad \text{woraus} \quad h = \frac{V^2}{2\,g} \text{ folgt.}$$

(h ist die Höhe der Last über der Mitte der Mündung.)

Für den Abfluss aus einer dicken Wand ist die Geschwindigkeit auf

$$V^1 = 0{,}82.\,V = 0{,}82\,\sqrt{2\,g\,h} \text{ reducirt, woraus man}$$

schliesst, dass die Höhe (h'), zu welcher sich das Wasser in einem Ansatzrohr erheben kann

$$= h' = \frac{(0{,}82\ V)^2}{29} = 0{,}67\ h.$$

Satz VI. — Der Druck, welcher von einem Flüssigkeitsstrahl auf eine senkrechte Ebene ausgeübt wird, ist proportional dem Durchschnitt des Strahls und dem Quadrat der Abflussgeschwindigkeit. Wenn die Fläche geneigt ist, so zerlegt sich der Druck in 2 Kräfte, in eine auf die Ebene senkrechte und in eine zu ihr parallele Kraft; diese letzte hat keine Wirkung. Dieses Gesetz findet auch auf die Gasstrahlen Anwendung.

Wasserverbrauch oder Ausflussmenge.

Satz I. — Die **theoretische** Ausflussmenge wird nach dem Gesetz vom Fall der Körper berechnet, so wie wir es für die Ausflussgeschwindigkeit gesehen haben, man berücksichtigt dabei die Zusammenziehung des Flüssigkeitsstrahls nicht. Es finden bei diesem Abfliessen 3 Fälle statt:

1) Wenn die Mündung in dünner Wand ist, beträgt die Ausflussmenge in einer Sekunde

$$D = l.e\sqrt{2gh}$$

(l ist die Breite der Mündung; e ihre Höhe oder die Dicke des Wasserstrahls; h ist die Wasserlast über dem Mittelpunkt der Mündung.)

2) Wenn die Ausflussöffnung unter Wasser ist, muss man von der Höhe h' die untere Höhe h' abziehen; man erhält alsdann

$$D = le\sqrt{2g(h-h')}.$$

3) Endlich wenn es eine Mündung mit Ueberfall ist:

$$D = le\sqrt{2gh}.$$

In diesem Falle wird die Dicke des Wasserstrahls gleich der Wasserlast, welche nicht mehr bis zum Mittel-

punkte des Strahls, sondern bis auf den Fachbaum gerechnet und an einer Stelle gemessen wird, wo das Sinken des Wasserspiegels, welches an dem Fachbaum entsteht, noch nicht merklich ist.

Satz II. — Die wirkliche Ausflussmenge des Wassers ist diejenige, welche man erhält, wenn man die theoretische Ausflussmenge mit einem Coefficienten vermehrt, welcher der Zusammenziehungs-Coefficient genannt wird. Der Flüssigkeitsstrahl wird in Folge der Convergens der verschiedenen Wasserfäden, welche ihn bilden und mit verschiedenen Geschwindigkeiten an der Ausflussöffnung ankommen, zusammengezogen. Man hebt die Wirkung der Zusammenziehung durch Ansatzröhren auf, welches Röhren von verschiedenen Formen sind, die an den Oeffnungen in dünnen Wänden angebracht werden. — Die Wasserausflussmenge ist um so grösser, je schwächer die Zusammenziehung ist. — Die Zusammenziehung ist vollständig, wenn die Mündung von den Seiten und dem Boden des Reservoirs entfernt ist; in diesem Falle ist der mittlere Coefficient 0,6. Sie ist unvollständig, wenn die Oeffnung sich an einer der Seitenwände befindet; wenn sie die Verlängerung derselben bildet, dann ist der Coefficient für eine rechteckige Oeffnung

$$= C\left(1 + 0{,}152\,\frac{n}{p}\right);$$

für eine zirkelrunde Mündung

$$= C\left(1 + 0{,}128\,\frac{n}{p}\right).$$

(n ist der Theil des Umfangs der Ausflussöffnung, an welchem die Zusammenziehung Null ist; P ist der Umfang des Querdurchschnitts des Wasserstrahls.)

Wenn der Ueberfall dieselbe Breite wie der Kanal hat, so ist der Coefficient = 0,4. — Wenn die Ueberfallsöffnung mit einem Gerinne verbunden ist, ist der mittlere Coefficient = 0,3.

Anwendung 1. — Die Ausflussmenge (D) eines Kanals oder der Wassermaasstab = dem Profil multiplizirt mit der Geschwindigkeit (V); — die Geschwindigkeit

$$= 57 \sqrt{\frac{s\,p}{P\,l}} - 0,^{m}07 \text{ in der Sekunde.}$$

(s der Querdurchschnitt des Kanals; p das Gefälle; l die diesem Gefälle entsprechende Länge; P der Umfang des Querdurchschnitts des Wassers.)

Anwendung 2. — Die vorige Aufgabe kann auch umgekehrt gestellt werden, wenn es sich darum handelt, die Zeit kennen zu lernen, während welcher eine Wassermenge abfliesst, wie solches bei den Schleussen vorkommt. Im Anfange des Ausfliessens ist die Ausflussöffnung nicht unter Wasser; man sucht daher die nöthige Zeit, in welcher das Schleussenniveau bis zum Mittelpunkte der Ausflussöffnung gelangt, welche alsdann untergetaucht ist, und man sucht ebenso die Zeit, welche nöthig ist, um dieses Niveau bis zur Höhe der Schleussenkammer zu heben, damit Gleichgewicht stattfindet; die ganze Zeit

$$t = \frac{S}{m\,s}\left(\frac{1}{\sqrt{2gh}} + 0{,}45\sqrt{h}\right)$$

(s ist die Oberfläche des Niveaus der Schleussenkammer; h die Höhe; m der Coefficient der Zusammenziehung.)

Satz III. — Wenn in Fabriken die Arbeit dieselbe und die bewegende Kraft auch gleich bleibt, so muss der Wasserverbrauch konstant sein, oder in anderen Worten, der Speisungskanal muss konstante Strömung haben; die Geschwindigkeit oder das Gefälle und das Niveau des Wassers müssen also konstant sein. Um zu diesem letzten Ziel zu gelangen, muss die mittlere Geschwindigkeit, wenn die Dimensionen des Kanals gegeben sind, nach der Formel $D = s\,v$ (s der Durchschnitt, v Geschwindigkeit) bestimmt werden. — Die Geschwindigkeit darf jedoch die in dem vorigen Abschnitt angegebene, und

welche die Bestandtheile, aus denen der Boden des Kanals besteht, gestatten, nicht übersteigen.

Daher ist diese allgemeine Formel schon beschränkt; sie wird es noch mehr durch die Ergebnisse der Erfahrung, welche folgendermassen zusammengefasst werden können: Die Wassertiefe muss die halbe Breite des Kanalbodens betragen, wenn dieselbe von Holz oder Stein ist; wenn der Kanal von Erde ist und die Wände folglich geneigt sind, so muss die Breite am Boden gleich 5 mal der Tiefe sein.

Satz IV. — Um die Kraft eines laufenden Wassers zu reguliren, lässt man das Wasser durch Schützen laufen. Folgendes ist die Gleichung, welche die Bedingungen der Einrichtung derselben festsetzt:

Die Wassermasse, welche aus einer Schütze läuft,

$$d = c\,b\,h\,\sqrt{2\,g\,H}.$$

Die Breite der Schütze kann aus obiger Gleichung abgeleitet werden.

$$b = \frac{d}{c\,h\,\sqrt{2\,g\,H}}.$$

(b und h sind die Dimensionen der Oeffnung; H ist die Fallhöhe; $\sqrt{2\,g\,H}$ ist die Geschwindigkeit und e der Coefficient; dieser Coefficient ist 0,6 für eine vertikale Schütze und 0,8 für eine geneigte Schütze; der Coefficient 0,6 reduzirt sich auf 0,55, wenn zwei sehr nahe Schützen zu gleicher Zeit geöffnet sind.)

Satz V. — Bis daher war nur von dem Falle die Rede, wo die Quelle Wasser im Ueberfluss liefert; aber es kömmt auch vor, dass die Quelle weniger oder in veränderlicher Weise liefert, dass das Niveau sinkt und folglich die Wasserlast (Druckhöhe) abnimmt. Unter diesen Umständen wird die Formel komplizirter. Morin hat dieselbe nach den Versuchen, welche er angestellt hat, folgendermassen aufgestellt: Das Wasservolumen,

welches aus einer Oeffnung ausfliesst, ist bei einer Belastung über derselben und veränderlichem Niveau:

$$Q = 1{,}476\, m\, L\, E\, t\, (\sqrt{h'} + \sqrt{h'''''} + 4 \sqrt{h''} + 4 \sqrt{h''''} + 2 \sqrt{h'''})$$

(L ist die Breite der Ausflussöffnung; E ihre Höhe; m der Zusammenziehungs-Coefficient; t der Zwischenraum der gleichen Zeiten, während welcher die Niveaus die Höhen h', h'' haben. — Es genügt in der Praxis 5 Höhen zu nehmen.)

Diese Formel ist auch auf die Ueberfallsöffnungen anwendbar; man misst alsdann die Lasthöhen über dem Fachbaum des Ueberfalls, welche den Intervallen der gleichen Zeiten entsprechen. — Ebenso verhält es sich mit den Oeffnungen unter Wasser und mit jenen, welche anfangs frei und später untergetaucht sind; um die Fallhöhe (h) zu finden, misst man zu gleicher Zeit die Höhen der oberen und unteren Niveaus in gleichen Intervallen; man berechnet die Ausflussmenge an freier Luft besonders, und fügt jene hinzu, welche sich ergibt, wenn die Oeffnung untergetaucht ist.

Anwendung. — Die Zeit (t), welche nöthig ist, um eine Schleusse, ein Bassin oder ein Reservoir zu entleeren:

$$t = \frac{0{,}45}{m\, a} \left(\sqrt{H} - \sqrt{n} \right)$$

(s ist die Oberfläche des Wasserspiegels des Bassins; a die der Ausflussöffnung; H und h sind die Niveauhöhen im Anfange und am Ende der Beobachtung; m ist der Zusammenziehungs-Coefficient.)

Die Zeit, welche nöthig ist, um ein Bassin zu füllen, dessen Einflussöffnung untergetaucht ist, welches der gewöhnlichste Fall ist:

$$t = \frac{0{,}45\; S\, S'}{m\, a\, (S + S')} \sqrt{H' - h'}$$

(S' und S' sind die Oberflächen der oberen und unteren Bassins; H' und h' sind die Höhen des Niveaus unter

dem Mittelpunkt der Einflussöffnung oben und unten genommen.)

Wasserhebmaschinen.

Erklärung. — Das Heben des Wassers ist für den häuslichen Gebrauch und die Bewässerungen von Wichtigkeit; auch muss dasselbe aus den Bergwerken herausgeschafft werden. — Es ist eine grosse Anzahl von Maschinen zu diesem Zweck erfunden worden, wie die Paternosterwerke, die Archimedische Schraube, das Schöpfrad, bei welchen die bewegende Kraft unmittelbar auf die Flüssigkeiten wirkt. Bei den Pumpen drückt die Luft auf das Wasser und bringt es zum Steigen. Die Mechanismen, um einen luftleeren Raum zu erzeugen, sind ebenfalls sehr zahlreich.

Der Nutzeffekt der Wasserhebmaschinen wird durch mancherlei Umstände, welche von der Reibung der Mechanismen, der Reibung des Wassers an den Wänden, von Stössen und endlich von der plötzlichen Veränderung der Geschwindigkeit herrühren, bedeutend vermindert. — Um diesen Arbeitsverlust zu vermindern, hat man zahlreiche Verbesserungen an obengenannten Maschinen angebracht und erfindet täglich noch mehr.

Im Ganzen genommen gibt es keine bestimmte Regel für die Wahl einer dieser Maschinen; sie hängt von der Leichtigkeit der Anbringung der bewegenden Kräfte ab, über welche man verfügen kann; auch muss man wissen, ob die Maschine nur momentan arbeiten oder beständig am Platze bleiben soll.

Satz I. — Die nöthige Kraft, um eine Pumpe in Bewegung zu setzen, ist durch praktische Erfahrungen ermittelt; diese Kraft besteht darin, den Luftdruck und die Reibung zu überwinden; sie ist gleich

$$= 900\, \mathrm{d}^2\, h\, v$$

(d ist der Durchmesser des Kolbens; h die Höhe, auf welche man das Wasser heben muss, und v die Geschwindigkeit.)

Gewöhnlich ist die Kraft, die Höhe und die Geschwindigkeit gegeben: Aus diesen 3 Elementen findet man den Durchmesser des Kolbens und berechnet daraus das Wasservolumen oder die Menge eines jeden Kolbenhubs weniger dem Verlust, der von dem Entweichen herrührt, und zu 3 bis 4 Procenten angenommen wird. — Man erhält daher:

$$d^2 = \frac{f}{900\,h\,v} \text{ woraus } d = \sqrt{\frac{f}{900\,h\,v}} \text{ folgt.}$$

Satz II. — Der Nutzeffekt der verschiedenen Motore, welche zum Wasserheben verwendet werden, ist in den folgenden beiden Tabellen zusammengestellt.

Benennung der Schöpfmaschinen, welche durch Menschen oder Pferde bewegt werden, während 8 Stunden des Tages zu 24 Stunden.	Nutzeffekt in Kilogramm-Metern.
(Menschenkraft.)	
Ausschöpfen mit Eimern	46000
Archimedische Schraube	100000
Brunnen mit Seil und Rolle	77000
Brunnen, sehr tiefe, mit Haspel	170000
Eimer mit Wurfhebel auf 1 Meter Tiefe	65000
Paternosterwerk, geneigtes, mit einer Kurbel	68000
Paternosterwerk, senkrechtes, mit einer Kurbel	115000
Pumpe, gewöhnliche	207000
Schöpfrad der Marschländer	200000
Tympanum-Wasserrad	221000
Wasserschaufel, gewöhnliche	48000
Wasserschaufel, holländische	120000
(Pferdekraft.)	
Paternosterwerk, geneigtes	449000
Paternosterwerk, vertikales	647000
Scheiben-Paternosterwerk, geneigtes	671000
Schöpfrad der Marschländer	1116000.

Benennung der Schöpfmaschinen, welche durch leblose Motoren bewegt werden.			Verhältniss des Nutzeffekts zum theoretischen Effekte. (gleich 1.)
Archimedische Schraube			0,73
		Meter.	
Hydraulischer Widder	Fallhöhe.	0,6	0,20
		2,0	0,77
		3,0	0,83
Paternosterwerk, geneigtes, mit Schaufelrad			0,70
Pumpe zum Ausschöpfen	mit Dampfmaschine		0,66
	mit Wasserrad		0,52
Wasserrad mit Kästen und Eimer			0,60
Wasserrad mit Schaufeln in einem kreisrunden Gerinne			0,70
Wassersäulenmaschine			0,50.

Wasserräder *).

Erklärung. — Die Wasserräder werden, wie ihr Name anzeigt, durch das Wasser bewegt, mag dieses auf schiefen Ebenen herablaufen, wie solches in den Kanälen, den Flüssen, den Gerinnen der Fall ist, oder mag es senkrecht herabfallen. Diese Räder rühren aus dem Alterthum her: sie sind bei allen Völkern, welche sich mit der Industrie beschäftigen, in Anwendung. — Es gibt 3 Arten von Wasserrädern; die mit flachen oder gebogenen Schaufeln, welche vom Wasser in kreisförmigen Gerinnen oder frei in den Flüssen durch Stossen bewegt werden; die mit Zellen, welche das Wasser aufnehmen, das alsdann durch sein Gewicht wirkt; endlich die horizontalen Räder oder Turbinen.

Alle diese Systeme haben ihre Vortheile wie ihre Nachtheile. Die Räder mit flachen Schaufeln sind bei Wasser-

---

*) Am ausführlichsten und gründlichsten sind die Wasserräder in dem vorzüglichen Werk von Fr. Redtenbacher: Theorie und Bau der Wasserräder, zweite Auflage, (Verlag von Fr. Bassermann in Mannheim) behandelt, welches den Gegenstand vollständig erschöpft.

gefällen von 1^m bis $2^m 50$ gebräuchlich. Die Räder mit gekrümmten Schaufeln können mit beträchtlicher Geschwindigkeit umgehen; ihre Dimensionen sind geringer als jene der flachschaufeligen; sie können für kleine Gefälle eingerichtet werden und passen für flaches Land. Die Zellenräder passen für Gefälle über 3^m und bedürfen keiner grossen Breite. Die Turbinen sind bei allen Gefällen ohne Unterschied anwendbar; sie können unter dem Wasser in sehr grossen Tiefen gehen und sodann auch in das Niveau des seichtesten Wassers gestellt werden; sie nehmen wenig Raum ein, und endlich geben sie unter allen Wasserrädern den grössten Nutzeffect.

Bei der Untersuchung des praktischen Nutzens dieser Räder werfen sich 3 Fragen auf, nämlich: welches ist die Wirkung oder Kraft eines laufenden Wassers auf diese Räder; zweitens, welches ist der Verlust, welchen diese Kraft oder diese Bewegungsarbeit erleidet, wenn sie in nutzbare Arbeit verwandelt wird; endlich welches sind die Einrichtungsbedingungen dieser Räder, wenn der Wasserverbrauch gegeben ist.

Satz I. — Die Kraft eines laufenden Wassers, welches zum Bewegen der vertikalen oder horizontalen Wasserräder bestimmt ist, wird durch die allgemeine Formel

$$f = \frac{1000\ d\ h}{75}$$

bestimmt.

(f die absolute Kraft eines laufenden Wassers in Dampfpferdekraft; d der Verbrauch oder das Wasser-Volumen in Kubik-Metern per Sekunde; h die Höhe des Gefälles.)

Diese Gleichung kann auf 2 Arten aufgelöst werden, denn wenn der Fall des Wassers gegeben ist, so hat man nur die Wirkung zu berechnen, welche es hervorbringt; im zweiten Falle, wenn die zu liefernde Arbeit gegeben ist, muss man das anzuwendende Wasservolumen berechnen.

Diese Kraft (f) wird je nach den lokalen Umständen

mehr oder weniger nutzbar gemacht, sie wird (f'), ebenfalls in Dampfpferdekräften, um die Kraft auszudrücken, welche wirklich durch den Fall des Wassers auf den Umfang des Wasserrades übertragen wird. Die Nutzarbeit ist gleich der Kraft (f') multiplizirt mit der Rotationsgeschwindigkeit (v) des Rades; also $f'v = T$, und nun muss der Werth von f' festgesetzt werden.

Satz II. — Die Bedingungen der Einrichtung und des Arbeitens der Wasserräder sind durch die Praxis aus der Fallhöhe des Wassers und der Rotationsgeschwindigkeit bestimmt worden, welche die beiden festen Elemente sind, die auf dem mittleren Wasserstand zu den verschiedenen Zeiten des Jahres beruhen. Die folgenden Formeln geben vergleichsweise den Nutzeffect (f') an, welcher bei den verschiedenen Arten von Wasserrädern erhalten wird.

1) Schaufelräder, welche mit Spielraum in einem Gerinne laufen:

$$f' = \frac{250\ d\ h}{75}$$

2) Schaufelräder mit gutem Gerinne:

$$f' = \frac{300\ d\ h}{75}$$

3) Schaufelräder in Gerinnen, welche an dem Rad anschliessen, um jeden Wasserverlust zu vermeiden:

$$f' = \frac{400\ d\ h}{75}$$

4) Zellenräder: $f' = \frac{750\ d\ h}{75}$

5) Turbinen: $f' = \frac{700\ d\ h}{75}$

6) Wassersäulen-Maschinen:

$$f' = \frac{400\ d\ h}{75} \text{ bis } \frac{600\ d\ h}{75}$$

Wir wollen nun für die Schaufelräder und Zellenräder die Bedingungen des Maximums des Nutzeffekts aufführen, indem wir als Element der Ermittelung die Ankunftsgeschwindigkeit des Wassers und die Geschwindigkeit des Rades einführen. In der vorigen allgemeinen Formel wurde diese erste Geschwindigkeit in Funktionen der Fallhöhe ausgedrückt.

Satz III. — Was die Schaufelräder betrifft, so können die Bedingungen der Einrichtung und Wirkung folgendermaassen zusammengefasst werden:

1) Der Radius (r) des Rades ist gleich der mittleren Höhe des Falles plus zweimal der Dicke des Wasserstrahls über der untergetauchten Schütze; er darf niemals kleiner als die Fallhöhe des Wassers sein.

2) Die Breite des Rades mit Ueberfallschütze $= \frac{Q}{d}$

(Q ist die zu verbrauchende Wassermenge, d der Verbrauch in einer Stunde für die Breite eines Meters). Diese Breite muss gleich jener der Oeffnung um $0^m 05$ auf jeder Seite, innerhalb der gewöhnlichen Grenzen, vermehrt sein.

3) Der Spielraum des Rades in dem Gerinne muss der kleinstmöglichste, $0,^m 005$ auf jeder Seite sein. —

4) Die Schnelligkeit (v) des Radumkreises ist gleich der Hälfte jener, welche die Dicke des Wasserstrahls erzeugen sollte.

5) Die Anzahl der Umläufe des Rades in der Minute

$$= \frac{60\ v}{2\pi r}$$

6) Die Anzahl der Schaufeln $= \frac{2\pi r}{0,30}$

Die Schaufeln sind gewöhnlich $0,^m 30$ bis $0,^m 40$ auf dem äusseren Umkreise von einander entfernt.

7) Der Kubikinhalt zwischen zwei Schaufeln ist gleich zweimal dem Volumen des verbrauchten Wassers.

8) Der Nutzeffekt der Schaufelräder oder $f'v = T = 61d\ (V - v)$ Kilogr.-Meter; (d ist der Verbrauch in der Sekunde, V die Ankunfts-Geschwindigkeit des Wassers, v die Geschwindigkeit des Rades; diese Gleichung durch 75 getheilt, gibt den Werth in Dampf-Pferde-Kräften.)

Wenn der Spielraum der Schaufeln sehr beträchtlich ist, kann man von vorstehender Formel keinen Gebrauch mehr machen, denn die Ermittelung wäre sehr ungewiss, aber wenn die Räder in gut ausgeführten kreisrunden Gerinnen anschliessen, so ist ihr Effekt beträchtlicher. Das Maximum der Arbeit wird erhalten, wenn das Wasser nahe am Spiegel gefasst wird.

9) Die Nutzarbeit, welche das Rad einer Schiffmühle überträgt, ist: $T = 148\ S\ (V - v)^2 v_{Km}$.

(S ist der eingetauchte Durchschnitt der vertikalen Schaufel; V die Geschwindigkeit der Strömung; v die des Rades.

Diese Formel wurde von Morin aufgestellt; jene von Poncelet ist nicht viel davon verschieden: sie gibt

$$T = 163\ d\ (V - v)\ v^{Km}).$$

10) Die Räder mit krummen Schaufeln, welche in einem kreisrunden Gerinne eingeschlossen sind, werden von dem Wasser an ihrem unteren Theil ergriffen. Die Krümmung der Schaufeln vermehrt ihre Wirkung $T = 163\ d\ (V - v)\ v^{Km}$.

(Der Coefficient 163 sinkt auf 100, wenn die Schütze in einer zu grossen Entfernung von dem Rad angebracht ist. Damit der Maximumeffekt erreicht wird, muss die Geschwindigkeit des Rades der Hälfte der Ankunftsgeschwindigkeit des Wassers gleich sein.)

Satz IV. — Was die Zellenräder betrifft, so können die Bedingungen der Einrichtung und der Arbeitsleistung folgendermaassen zusammengefasst werden.

1) Die Zellenräder erhalten das Wasser von oben durch ein Gerinne oder von unten durch eine geneigte

Schütze; sie werden bei Gefällen von mehr als 3 Meter angewendet. —

2) Die Breite der Ausflussöffnung ist $b = \frac{d}{c\sqrt{2ge}}$

(*d* ist der disponible Wasserverbrauch in der Sekunde; *c* der Coefficient = 0,39; *e* die Dicke des Wasserstrahls.)

3) Die Breite des Rades muss die der Mündung um $0^m 05$ auf jeder Seite überragen.

4) Die Geschwindigkeit (*v*) des Rades muss, um den grössten Effekt zu geben, die Hälfte jener des Wassers sein: diese Räder laufen gewöhnlich mit einer Geschwindigkeit um, welche mehr als 2 Meter in der Sekunde an der Peripherie beträgt.

5) Die Anzahl der Radumläufe ist dieselbe wie bei den Schaufelrädern.

6) Die effektive Arbeit ist $T = 780\ dh + 102\ d \times (V \text{ cosin. } a - v)\, v^{Km}$ (mit 75 zu theilen, um die Arbeit in Dampfpferdekraft zu erhalten). Die Bezeichnungen sind dieselben wie die vorhergehenden; *h* ist die Entfernung zwischen dem Berührungspunkt des Wasserfadens an dem Rade und dem unteren Niveau des Wassers; *a* ist der Winkel, welchen die Ankunftsgeschwindigkeit des Wasserfadens und die Geschwindigkeit des Rades mit einander bilden, oder mit anderen Worten, dieser Winkel wird durch die beiden Tangenten gebildet, welche an dem Begegnungspunkt der beiden Curven gezogen sind.

7) Um das Volumen des Wassers zu berechnen, welches eine Zelle enthält, muss man die Geschwindigkeit an dem Umfang des Rades durch die Entfernung der Zellen theilen.

8) Wenn die Räder im Verhältniss zum Fall des Wassers klein sind, und wenn sie sich schnell drehen, so vereinigt sich die Wirkung der Centrifugalkraft mit jener des Wassergewichts. Dieser Fall kommt bei den Rädern der Eisenhämmer und in den Sägemühlen vor, wo die Geschwindigkeit der Arbeit die erste Bedingung ist; man verbraucht das Wasser im Ueberfluss, ohne sich

darum zu kümmern, ob es einen Nutzeffekt gibt. Ein Theil der bewegenden Kraft wird nutzlos, wie jene des Wassers, welches zur Seite der Flussmühlen fliesst.

Satz V. — Bei den Turbinen oder horizontalen hydraulischen Rädern tritt das Wasser am Umkreis ein und fliesst von Innen ab; es tritt auch im Innern ein und fliesst durch den Umkreis ab; diese Bewegung findet in den gekrümmten Schaufeln statt.

Die Turbinen sind patentirt, es ist desshalb nicht nöthig, ihre Construktion anzugeben; es genügt, Regeln für ihre Wahl aufzustellen. Wer sich indessen gründlich über dieselben zu belehren wünscht, findet in dem ausgezeichneten Werke von Fr. Redtenbacher, Theorie und Bau der Turbinen und Ventilatoren (Mannheim bei Fr. Bassermann) vollständige Auskunft.

1) Ihr Effekt ist $f' = 700\ d\,h^{\mathrm{Km}}$.

2) Die Durchschnittszahl ihrer Umläufe in der Sekunde $= \frac{5\ V}{r}$; (V ist die Geschwindigkeit, welche von der Fallhöhe herrührt; r der äussere Radius des Rades).

3) Die Geschwindigkeit des Wassers in dem Reservoir, welches die Turbine enthält, darf ein Viertel derjenigen, welche von der Fallhöhe herrührt, nicht übersteigen.

4) Der Radius des cylindrischen Reservoirs

$$r = \tfrac{1}{2} \sqrt{\frac{d}{0{,}78\ v}}.$$

5) Der äussere Radius des Rades $r' = r + 0{,}02$

Satz VI. — Um endlich die Aufzählung der Bedingungen, welche auf die Wasserräder Bezug haben, zu beschliessen, wollen wir einige Regeln über die Regulirung der Gewässer, welche diese Räder speisen sollen, hinzufügen: Die Ankunfts-Geschwindigkeit des Wassers darf

nicht so gross sein, dass sie den Kanal heschädigt; Teiche oder Reservoirs müssen überall angebracht werden, wo die Motoren Unterbrechungen ausgesetzt sind. Der Zu- und Abfluss des Wassers muss durch Schützen geregelt werden; schwimmende Gegenstände müssen beseitigt werden, ehe sie an den Rädern ankommen; die Schützen müssen im Verhältniss von 1 Grundlinie auf 2 Höhen geneigt sein: die Ausflussöffnung muss so nahe als möglich am Rade liegen; die Neigung des Gerinnes darf nicht mehr als $^1/_{12}$ betragen; der Abflusskanal muss gegen das Rad zu erweitert sein, um das Aufnehmen des Wassers zu erleichtern; er muss so angelegt werden, dass so wenig als möglich von der disponiblen Fallhöhe verloren geht.

Wasserleitung in Röhren.

Frklärung. — Um Wasser von einer Quelle oder einem Bassin auf grosse Entfernungen zu leiten und es in kleinen Massen zu vertheilen, bedient man sich cylindrischer Röhren aus Thon, Mörtel, Blei, Holz, Gusseisen und Blech. Die Oberfläche dieser Stoffe, sowie die Verbindungsweise der Röhren untereinander, setzen dem Abfluss des Wassers Hindernisse entgegen, die man ermitteln muss. —

Das durch die Leitungen gelieferte Wasser wird oft noch durch den Wasserzoll der Brunnenmeister gemessen, der hier erklärt werden soll.

Der Wasserzoll der Brunnenmeister ist die Wassermenge, welche durch eine Oeffnung von einem Zoll ausfliesst. Die Brunnenmeister massen früher kleine laufende Wasser, indem sie dieselben mit Dielen spannten, welche mit Löchern von einem Zoll durchbohrt waren, und stopften eine gewisse Anzahl derselben zu, bis das Niveau sich auf einer beständigen Linie erhielt. Die Unterabtheilung des Wasserzolles gab die Wasserlinie und den

Wasserpunkt. Das Ergebniss eines Wasserzolls in einer Sekunde ist 0,0002 Kubik-Meter.

Satz I. — Die Geschwindigkeit des Wassers in kreisrunden und geradelinigen oder mit grossen Krümmungen gebogenen Leitungsröhren ist

$$v = 27 \sqrt{di - 0^{m}025}$$

(d ist der Durchmesser der Leitungsröhre; i das Gefälle auf den laufenden Meter $= \frac{h}{l}$; h ist die Druckhöhe, l die Länge, auf welche sie wirkt. Aus dieser Gleichung kann man die Grösse des Durchmessers berechnen).

Satz II. — Bei der Berechnung der Einrichtungsbedingung der Wasserleitungen bieten sich zwei Fälle dar: Wenn die Leitung und die Geschwindigkeit gegeben ist, welches ist die Wassermenge? Oder wenn die Menge sowie die Geschwindigkeit gegeben ist, welches ist der Durchmesser der Leitröhre?

Folgendes sind die Erfahrungsformeln für diese beiden Fälle:

$$\text{Wassermenge } (D) = \frac{d^2 v}{1{,}27}$$

$$\text{Durchmesser } (d) = 0{,}30 \sqrt[5]{\frac{D^2}{i}}$$

Satz III. — Eine wichtige Anwendung der Frage von den Wasserleitungen ist die Vertheilung des Wassers in den Städten. Zur Ersparniss fertigt man eine Anzahl Modelle für diese verschiedenen Linien und Verzweigungen der Kanalisation an; Folgendes sind für durch Versuche ermittelten Angaben, welche als Basis die die Berechnung dienen:

1) Ein laufender Brunnen kann 8 Wasserzoll oder 1,78 Liter in der Sekunde liefern. Als äusserste Grenze der Geschwindigkeit setzt man $0^m 1$ und 3^m fest.

2) Der Druckverlust in Folge der Reibung ist per laufenden Meter $0^m 003$ für einen Durchmesser von $0^m 3$ und $0,^m 001$ für einen Durchmesser von $0^m 6$. Der von dem Widerstand verzehrte Druck wächst sehr schnell mit der Geschwindigkeit.

3) Die Leitungsröhren können Ellenbogen haben und ihr Durchmesser kann sich ändern; in beiden Fällen vermindert sich die Wasserabgabe.

Für die Ellenbogen ist nach Morin:

$$h = H\ (0{,}0039 + 0{,}0186\ r)\ \frac{c}{r^2}$$

(H ist die Höhe nach der mittleren Geschwindigkeit; c die aufgewickelte Länge des Ellenbogens; r der Verbindungshalbmesser).

4) Für die Verengerung der Leitröhren muss man die Last, welche von jedem Theil verbraucht wird, besonders berechnen, damit man die hinreichende Höhe für den totalen Ablauf erhält.

5) Wenn die Leitröhren Durchmesser von $0,^m 05$ bis $0,^m 25$ haben, so sind die Verbindungshalhmesser $0,^m 45$ bis $1,^m 50$. Im Allgemeinen kann man für eine Leitung in gebrochener und abgerundeter Linie das zu erhaltende Produkt um $^1/_4$ vermehren.

6) Bei der Versorgung der Stadt Paris gibt man den gusseisernen Leitungsröhren eine Dicke $0{,}02d + 0,^m 01$ (d ist der Durchmesser der Röhren) und probirt sie auf einem Druck von 10 Atmosphären (siehe den Artikel Röhren in dem Widerstand der Materialien).

Druck der Gase.

Satz I. — Die Gleichgewichtsbedingungen der Gase werden durch folgende Grundsätze bestimmt:

1) Der Druck der Gase ist den Oberflächen proportional, welche diesem Drucke ausgesetzt sind. Der Druck im Innern einer Gasmasse ist, abgesehen von dem Gewicht des Gases, überall derselbe. In der Industrie übersieht man das Gewicht, welches in Bezug auf den Druck, welchem die Gase ausgesetzt sind, sehr gering ist.

2) Wenn ein Gas zusammengedrückt wird, nimmt seine elastische Kraft zu. Das Mariottische Gesetz bezeichnet dieses Verhältniss folgendermaassen: »Die elastische Kraft einer Gasmasse ändert sich im umgekehrten Verhältniss zu dem Volumen, welches es einnimmt, so lange die Temperatur dieselbe bleibt.«

3) Die Ausdehnung ist bei allen Gasen gleich, wenn die Temperatur gleich bleibt. Dieses ist das Gesetz von Gay-Lussac, welches in der Praxis anwendbar ist, obgleich es nicht streng genau ist; wenn es dem Gase frei steht, an Volumen zu- oder abzunehmen, so wird eine Erhöhung der Temperatur es ausdehnen, aber seine elastische Kraft wird dieselbe bleiben; wenn es im Gegentheil eingeschlossen ist, so wird die Wärme seine elastische Kraft vermehren.

Satz II. — Eine Quecksilbersäule von $0^{m}76$, so wie eine Wassersäule von $10^{m}33$ Höhe hält dem Atmosphärendruck das Gleichgewicht. Wenn diese Säule eine Grundfläche von einem Quadratmeter hat, so wiegt sie so viel wie $10^{\text{Kub.m.}}33$ Wasser, daher 10,330 Kilogramme.

Jetzt kann man sich einen sehr genauen Begriff von dem Druck einer gewissen Anzahl Atmosphären bei den Maschinen machen. Wenn man sagt: dieser Dampfkessel arbeitet unter einem Druck von 6 Atmosphären, so will das so viel sagen, dass auf jeden Centimeter Oberfläche des Dampfkessels ein Gewicht gleich 5 mal 1,033 Kilogrammen drückt. Wir sagen 5 mal, denn man muss den äusseren atmosphärischen Druck oder den Gegendruck abziehen. Diese 5 Atmosphären sind der effektive Druck, mit welchem man arbeitet; die 6 Atmosphären sind der absolute Druck, denn die Maschine ist

von allen Seiten von Luft umgeben, statt sich in dem luftleeren Raum zu befinden. Im Allgemeinen versteht man unter Atmosphärendruck ganz kurz den effektiven Druck; aber man muss es sagen, um Irrthümer zu vermeiden. Wie man sieht, hängt diese Zahl von dem Unterschied zwischen dem umgebenden Druck und dem im Innern des Behälters ab.

Satz III. — Der Druck der Gase wird vermittelst einer gekrümmten Röhre (Manometer) gemessen, in welche man Wasser oder Quecksilber bringt, je nachdem die Spannung stark oder schwach ist. Bei der ersten Röhre, der mit Wasser, ist das Gleichgewichtsverhältniss:

$$p' - p = 0{,}1\ h \text{ (Kilogramme).}$$

Bei der zweiten Röhre, mit Quecksilber, ist das Gleichgewichtsverhältniss:

$$p' - p = 1{,}36\ h \text{ (Kilogramme).}$$

(p' ist der innere Druck in Quadratcentimetern; h die Druckhöhe, welche gleich dem Niveauunterschied zwischen den beiden Schenkeln der gekrümmten Röhre ist; p der äussere Druck ist, wie wir schon gesehen haben, eine beständige Grösse. Wenn der atmosphärische Druck gleich $0^{m}76$ Quecksilberhöhe ist, so ist $p = 1^{\text{Kilogr.}} 36 \times 0{,}76 = 1{,}033$. Wenn man diesen letzten Werth in die vorigen Gleichungen substituirt, so erhält man p' (Wasser) $= 1{,}033 + 0{,}1\ h$; p' (Quecksilber) $= 1{,}033 + 1{,}36\ h$. Von den verschiedenen Arten von Manometern wird in dem letzten Capitel die Rede sein.)

Satz IV. — In Ermangelung der Manometer braucht man nur den Augenblick zu beobachten, wo die Sicherheitsventile im Gleichgewicht sind. Der Druck, welcher alsdann auf sie wirkt, hält einem beweglichen Gewicht (Läufergewicht) das Gleichgewicht, welches an einem Hebelarm aufgehängt ist. Das Gleichgewichtsverhältniss ist:

$$p' = p + \frac{q}{s}\left(\frac{l - r}{l' + r}\right)$$

(p' und p sind die schon bekannten Werthe; q ist das Laufgewicht; l und l' sind die Hebelarme; s die Fläche des Ventils, welche dem Druck ausgesetzt ist; und r der Radius des Drehzapfens des Hebels, multiplicirt mit dem Verhältniss der Reibung der Drehzapfen und Lager. — Die Anwendung dieser Formel gibt nur ein annäherndes Resultat. Dieses sehr unvollkommene Mittel dient weniger dazu, den Druck zu berechnen, wenn das Gewicht gegeben ist, als um das Gewicht bei einem bestimmten Druck zu berechnen.)

Messen der Ausflussgeschwindigkeit der gasförmigen Flüssigkeiten.

Satz I. — Die Luft dient in der Industrie als Motor oder Widerstand leistendes Mittel. Ihre Geschwindigkeit, von welcher ihre Kraft abhängt, wird mit dem Anemometer gemessen, welcher aus einer kleinen Mühle mit Flügel und einem Zähler besteht. Dieses Instrument gleicht der unter dem Namen Mühle von Woltmann bekannten, zum Messen der Geschwindigkeit des Wassers bestimmten Vorrichtung; es erfüllt den beabsichtigten Zweck, unter der Bedingung, dass man es tarirt, d. h. dass man vermittelst einer Art Göpel das Verhältniss zwischen der Geschwindigkeit und der Anzahl der Umgänge der Flügel fixirt hat.

Folgendes ist eine Zusammenstellung der verschiedenen Geschwindigkeiten der Luft:

	Durchlaufener Weg in einer Sekunde.	Druck auf eine Fläche von einem Quadratmeter.
	Meter.	Kilogramme.
Wind	1	0,20
Brise	6	4,00
Mühlenwind	7	5,00
Fahrwind auf dem Meer	9	11,00
Starker frischer Wind, bei welchem man die oberen Segel einziehet	12	20,00

Durchlaufener Weg in einer Sekunde.	Druck auf eine Fläche von einem Quadratmeter.	
	Meter.	Kilogramme.
Grosser Sturm	27	100,00
Orkan	36	180,00
Stärkster Orkan	44	300,00.

Satz II. — Das Gas sucht aus einem geschlossenen Gefässe auszuströmen, sobald sein Druck grösser ist als derjenige der äusseren Luft. Wenn man in diesem Gefäss eine Oeffnung anbringt, so entweicht das Gas mit einer Geschwindigkeit, welche von dem Ueberschuss des inneren und äusseren Druckes herrührt, was folgendermassen gezeigt werden kann: — Wenn ein geschlossenes Gefäss ein Gas enthält, dessen Druck durch eine Flüssigkeitssäule im Gleichgewicht gehalten wird, so hängt die Abflussgeschwindigkeit dieses Gases von der Höhe der Flüssigkeitssäule ab. Nehmen wir Luft und Quecksilber an: die Dichtigkeit der Luft ist 10,472 mal kleiner als jene des Quecksilbers bei dem gewöhnlichen Druck von $0^{m}76$ Barometerhöhe; wir wollen nun annehmen, die Luft sei zusammengedrückt, so dass sie einer Säule von $0^{m}77$ nämlich einer um $0^{m}01$ höheren Säule das Gleichgewicht hält, und die Abflussgeschwindigkeit suchen. Nach dem Mariottischen Gesetze hat die Dichtigkeit der Luft bei dem neuen Druck im umgekehrten Verhältnisse dieses Druckes zugenommen: sie ist nur noch 10,336 mal kleiner, als jene des Quecksilbers. Da nun einer Quecksilbersäule von 1^{m} Höhe eine Luftsäule von $10{,}336^{m}$ Höhe (bei $0^{m}77$ Barometerdruck) entgegengesetzt werden müsste, so folgt daraus, dass für $0^{m}01$ Quecksilberhöhe eine Luftsäule von $103^{m}36$ angewendet werden müsste. Eine Höhe von $103^{m}36$ entspricht einer Geschwindigkeit von 45^{m} per Sekunde, welches die Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft wäre.

Man sieht aus dem Vorhergehenden, wie gross die Ausflussgeschwindigkeit der Gase, selbst bei einem sehr schwachen Druck ist, welcher aus dem Unterschied zwischen dem atmosphärischen oder äusseren Druck und

dem Druck in dem Behälter entsteht. Die Erfahrung hat die Ausflussgeschwindigkeit des Leuchtgases bestimmt, welche, unter den gewöhnlichen Verhältnissen, dem Druck einer Wassersäule von 0^m025 entspricht.

Satz III. — Das Verhältniss der Abflussgeschwindigkeit wird durch folgende Formel bestimmt:

$$V = \sqrt{29 \left(\frac{p' - p}{d}\right)}$$

welche für die Metereinheit berechnet ist (p' und p sind schon bekannt; $p' - p$ drückt den effektiven Druck aus, wenn der Abfluss bei freier Luft stattfindet; d ist die Dichtigkeit des Gases).

Wenn man den Quecksilbermanometer zur Auflösung dieser Gleichung anwendet, erhält man

$$V = \sqrt{\frac{2\ g \times 13600\ h}{d.}}$$

(h ist die Druckhöhe oder der Niveau-Unterschied zwischen den beiden Quecksilbersäulen.)

Satz IV. — Wenn ein Körper in der Luft fällt, so beschleunigt sich seine Bewegung; aber in dem Maasse als seine Geschwindigkeit zunimmt, nimmt der Widerstand der Luft ebenfalls zu. Die Geschwindigkeit eines Körpers wird daher durch den Widerstand der Luft begränzt, welcher zuletzt dem Gewicht des Körpers gleich sein und wobei die Bewegung gleichförmig bleiben wird. — Die Grenzgeschwindigkeit wird um so kleiner sein, je grössere Oberfläche der Körper der Luft darbietet. Auf diesem Grundsatz beruht die Construktion der Fallschirme.

Satz V. — Der Widerstand der Luft, durch ihre Bewegung, durch den Wind, vermehrt, muss bei der Leitung der Luftballone überwunden werden. Diese Aufgabe, welche noch nicht gelöst wurde, kann durch fol-

gende drei Bedingungen bezeichnet werden. — 1) Die Arbeit eines Menschen erzeugt höchstens eine Geschwindigkeit von 2 Metern in der Sekunde bei ruhiger Luft, ohne den passiven Widerstand der Leitmaschine zu rechnen. — 2) Eine Dampfmaschine ist zu schwer, um durch einen gewöhnlichen Ballon gehoben zu werden; wenn man demselben kolossale Dimensionen gibt, kann der Widerstand der Luft von der Maschine nicht mehr überwunden werden. — 3) Endlich ist diese Aufgabe in einen nachtheiligen Kreis eingeschlossen, aus dem man nur durch die Erfindung eines neuen Motors, der zugleich leichter und kräftiger ist, herauskommen kann.

Folgendes sind die Angaben bezüglich eines gewöhnlichen Luftballons:

Durchmesser der Ballone	Volumen der Ballone	Gewicht welches die Ballone erheben können	Gewicht der Hülle der Ballone	Steigkraft der Ballone
Meter	Kubik-Meter	Kilogramme	Kilogramme	Kilogramme
2	4	5	3	2
4	34	40	10	30
6	110	140	30	110
8	270	320	50	270
10	530	630	80	550
12	900	1000	110	980

Ausflussmenge der gasförmigen Flüssigkeiten.

Satz I. — Die theoretische und effektive Ausflussmenge der Gase kann jener der tropfbaren Flüssigkeiten angepasst werden. Man muss nur nicht

vergessen, zu der Menge des ausgeströmten Gases die Volumen-Vermehrung, welche durch die Verminderung des Drucks entsteht, hinzuzufügen. — Die effektive Ausflussmenge wird durch die Zusammenziehung des Gasstrahls reducirt, wie man dieses bei der Entweichung des Rauches sieht. Der Zusammenziehungs-Coefficient (c) ist 0,6, wenn die Zusammenziehung vollständig ist; 0,8, wenn die Ausfluss-Oeffnung einen cylindrischen Ansatz hat, sie erreicht ihr Maximum, wenn der Ansatz ein konisches Rohr ist, wie solches bei den Gebläsen der Hohöfen der Fall ist.

Die Formel für die Ausflussmenge ist $D = vs$ multiplicirt, je nach dem vorliegenden Falle mit einem Coefficienten (c); die Geschwindigkeit v ist schon in dem vorhergehenden Paragraphen berechnet worden; daher ist

$$D = cs\sqrt{\frac{266{,}760\,h}{d}}$$

(s ist die Oeffnung, h die Druckhöhe und d die Dichtigkeit.)

Satz II. — Die Bewegung des Gases in den Leitungs-Röhren erleidet einen Widerstand, welcher zur Grösse der Oberfläche und dem Quadrat der Geschwindigkeit im Verhältniss steht; durch ein Uebermaass von Druck auf das Gas, wie bei den Gasometern, kann man diesen Widerstand überwinden. Man muss alsdann, um diesen Widerstand geringer zu machen, den Leitröhren einen so grossen Durchmesser als möglich geben, die Länge der Leitungen vermindern, die Verengerungen und Ellenbogen vermeiden, und endlich die Wirkungen der Zusammenziehung vermindern.

Luft-Maschinen.

Erklärung. — Die Anwendungen der comprimirten oder verdünnten Luft sind in der Industrie sehr zahlreich. — Man bedient sich der Gebläse-Maschinen und Ventilatoren, um reine Luft in die Hohöfen oder Minen zu bringen, oder die schlechte Luft von dem Boden der Schachte oder Stollen herauszuziehen. Die Gebläse-Maschine besteht gewöhnlich aus einem grossen Cylinder aus Gusseisen von 3 bis 4 Centimeter Dicke, in welchem ein Kolben wie bei den Dampfmaschinen, nacheinander das Einsaugen und Austreiben der Luft hervorbringt; der Cylinder liegt horizontal.

Satz I. — Die Erfahrung hat die Einrichtungsbedingungen dieser Maschinen folgendermaassen bestimmt:

1) Der Winkel, welchen die Schaufeln mit den Armen bilden, muss bei einem Ventilator 36 Grade betragen um das Maximum des Effekts zu erreichen, welches darin besteht, das möglichst grösste Volumen Luft einzutreiben.

Dieses Volumen ist per Minute in Cubikmetern $= 3{,}600\ c \,.\, v$.

(c ist der Raum des Kastens; v die Geschwindigkeit der Rotation.)

2) Die Rotations - Geschwindigkeit der Schaufeln

$$(v) = \frac{2 \pi r n}{60}$$

(r ist der Radius oder die Entfernung der Schaufeln von der Achse; n ist die Anzahl der Umläufe der Achse der Schaufeln; v ist dis Geschwindigkeit in der Sekunde am Ende der Schaufeln.)

3) Die gewöhnliche Geschwindigkeit, mit welcher eine Gebläse-Maschine arbeitet, ist 1 Meter per Sekunde; das Luft-Volumen per Sekunde: $A = \frac{0{,}75\ \pi\ d^2\ p}{4}$;

(p ist der Kolbenhub; d sein Durchmesser.)

Beispiel. — Um 3 Tonnen Gusseisen täglich zu erblasen, wendet man 15 Kubikmeter Luft per Minute, mit einer Röhren-Mündung von 0^m05 Durchmesser an; um diese Luftmenge zu blasen, bedarf es einer Arbeit von 27 Dynamoden (27 × 1,000 Kilogrammen einen Meter hoch in einer Minute gehoben).

Capitel VII.

Dampfmaschinen.

Eintheilung der verschiedenen Systeme der Dampfmaschinen.

Die Dampfmaschinen können in feste und bewegliche Maschinen eingetheilt werden. — Die festen Maschinen sind für immer an den Boden der Werkstätten, Fabriken, Schiffen etc. befestigt. — Die beweglichen Maschinen oder die Locomobilen, werden an den Arbeits-Platz transportirt, um vorübergehend bei Agrikultur-Arbeiten, Ausschöpfungen etc. verwendet zu werden. — Die Locomotiv-Maschinen transportiren sich selbst auf Eisenbahnen; auf Strassen heisst man sie auch Dampf-Wagen.

Die festen Maschinen haben gewöhnlich niederen Druck, die beweglichen Maschinen haben hohen Druck, aber diese Grenzen sind nicht absolut.

Man verwendet gewöhnlich die Maschinen mit niederem Druck an Orten, wo das Brennmaterial wohlfeil ist. Die Construktion dieser Maschinen ist einfach; sie haben nur einen Cylinder; der Arbeits-Verlust durch die Reibung ist daher geringer als bei den Maschinen mit 2 Cylindern. Die Dampf-Spannung ist gering; es sind daher weniger Gefahren einer Explosion vorhanden. Aber auf der andern Seite sind diese Maschinen sehr gross und schwer, und verzehren bei gleicher Kraft mehr Brennmaterial als die anderen Maschinen.

Die Maschinen, welche einen höheren Druck haben als die mit niederem Druck, und welche den Dampf absperren und verdichten, verzehren um die Hälfte weniger Brennmaterial, aber ihre Construktion ist complicirter, und ihr Gang muss thätiger beaufsichtigt werden. Sie sind dort gebräuchlich wo das Brennmaterial selten ist und sie gut unterhalten werden können. Man sollte sie immer in den Dampfschiffen anwenden, wo man nach dem alten Gebrauch fortfährt, sich der Maschinen mit niederem Druck zu bedienen.

Die Maschinen mit Absperrung (Expansion) und ohne Condensirung verlangen keine andere Wassermengen, als welche gerade zur Dampferzeugung nöthig ist; sie bringen bei gleichem Gewicht und Volumen mehr Kraft hervor.

Auf der anderen Seite verzehren sie mehr Brennmaterial als die Maschinen mit Condensirung; denn man muss die Spannung des Dampfes auf 5 Atmosphären bringen, um den Dampfverlust zu ersetzen, welcher in die Luft geht. Sie verlangen viel Sorgfalt bei der Unterhaltung des Mechanismus, um die Dampf-Entweichung zu vermeiden; endlich bieten sie mehr Gefahr im Falle einer Explosion.

Bei den beweglichen Maschinen handelt es sich darum, die möglichst grösste Kraft und Geschwindigkeit in einem kleinen Raum zu entwickeln. Man wendet dazu

immer das System mit hohem Druck ohne Verdichtung, und manchmal aus ökonomischen Gründen mit Expansion (Absperrung) an.

Endlich sind die Maschinen mit hohem Druck ohne Expansion und Verdichtung die kleinsten und leichtesten bei gleicher Kraft; aber sie verzehren das meiste Brennmaterial und verlangen die meiste Unterhaltung; im Ganzen sind sie die gefährlichsten.

Die Wahl unter allen diesen Systemen wird durch die Vortheile oder Nachtheile bestimmt, welche sie in einem gegebenen Falle gewähren.

Ermittelung des Nutzeffekts der Dampf-Maschinen in Dampf-Pferde-Kräften.

Benennung des Systems	Formel der Kraft in Dampf-Pferde-Kräften	Werth d. Coefficienten K bei den Maschinen: in vollkommenem Zustand der Unterhaltg.	Werth d. Coefficienten K bei den Maschinen: in gewöhnlichem Zustand der Unterhaltg.	Durchschnittl. Nutzeffect per Kilo. verbrannt. Steinkohle	Menge der verbrannten Steinkohle p. Stunde u. p. Pferdekraft
					Kilogr.
Maschine mit niederem Druck von Watt v. 4—100 Pferdekr.	$-Kn \,.\, 2{,}22\, pv\left(1-\frac{p'}{p}\right)$	0,50-0,60	0,42-0,54	660	5-6
Maschine mit Expansion und Verdichtung	$-Kn \,.\, 2{,}222\, pv\left(1+\text{log. hyp.}\frac{p}{p''}-\frac{p'}{p''}\right)$	0,33-0,70	0,30-0,59	1900	3-4
Maschine mit hohem Druck mit Expansion ohne Verdichtung	$-Kn \,.\, 2{,}222\, pv\left(1+\text{log. hyp.}\frac{p}{p''}-\frac{1K.033}{p''}\right)$	0,40	0,35	1000	4-5
Feste Maschinen mit hohem Druck, ohne Expansion und Verdichtung	$-Kn \,.\, 2{,}222\, pv\left(1-\frac{1{,}033}{p}\right)$ . . .	0,50-0,70	0,40-0,56	320	8-10
Locomotiv-Maschinen mit geringer Geschwindigkeit . .	$-1{,}82\, nv\,(p-1{,}033)$	Die Locomotiven sind immer in vollkommen unterhalt. Zustande		« Man nimmt einen Verbrauch v. 10 Kil. Coaks p. Kilom. an	6 K. Coaks

Bezeichnungen:

— p Dampfdruck im Dampfkessel auf 1 Quad.-Cent.
p' Dampfspannung im Condensator.
p'' Dampfspannung nach der Absperrung.
(Siehe das Wort Absperrung.)

v Volumen in Kubik-Metern von dem Kolben bei einem einfachen Hub erzeugt.
n Anzahl der einfachen Kolbenhube in 1 Sekunde.
Hyper. Logarith. v. $\frac{p}{p'}=\frac{1}{6}\left(\frac{p}{p''}+\frac{8\,(p-p'')}{p+p''}-\frac{p''}{p}\right)$

Diese Annäherung des Logarithmus, für die Praxis hinreichend, macht den Gebrauch der logar. Taf. entbehrlich.

Zusammenstellung der Verhältnisse der verschiedenen Theile einer Locomotive.

(Nach dem Werk von Redtenbacher: Die Gesetze des Locomotivbaues. Mannheim. Verlag von Friedr. Bassermann. 1855.)

Bezeichnungen. — d ist der Durchmesser eines der Dampfcylinder einer Locomotive; O der Querschnitt dieses Cylinders; F die totale Heitzfläche; δ der Durchmesser einer Röhre des Kessels.

1. Dampfapparat.

Länge des Rostes	$= 0{,}114 \sqrt{F}$
Breite „ „	$= 0{,}114 \sqrt{F}$
Fläche „ „	$= 0{,}013\ F$
Höhe der untersten Heitzröhre über dem Roste	$= 0{,}080 \sqrt{F}$
Innerer Durchmesser der Röhren { Minimum	$= 0{,}037$ Meter
Innerer Durchmesser der Röhren { Gewöhnlich	$= 0{,}045$ „
Anzahl der Heitzröhren	$= 0{,}0033 \frac{F}{\delta^2}$
Länge der Röhren	$= 87\ \delta$
Metalldicke einer Röhre	$= 0{,}002$ Meter
Heitzfläche sämmtlicher Röhren	$= 0{,}92\ F$
Summe der Querschnitte aller Röhren	$= 0{,}00269\ F$
Heitzfläche der Feuerbüchse	$= 0{,}08\ F$
Entfernung der Rückwand der Feuerbüchse von der Rückwand der Umhüllung im Lichten	$= 0{,}08$ Meter
Entfernung der Seitenwände der Feuerbüchse von den Seitenwänden der Umhüllung im Lichten	$= 0{,}08$ Meter
Entfernung der Bolzen, welche die Wände der Feuerbüchse mit den Wänden der Umhüllung verbinden	$= 0{,}12$ Meter
Durchmesser dieser Bolzen	$= 0{,}02$ Meter
Innerer Durchmesser des die Röhren umschliessenden gewöhnlich cylindrischen Kessels	$= 0{,}124 \sqrt{F}$
Länge dieses Kessels	$= 84\ \delta$
Metalldicke der Wand dieses Kessels	$= 0{,}0013 \sqrt{F}$
Blechdicke der äusseren Umhüllung der Feuerbüchse	$= 0{,}0014 \sqrt{F}$
Blechdicke der Decke (Kupfer) der Feuerbüchse	$= 0{,}0014 \sqrt{F}$
Blechdicke der Seitenwände und der Rückwand der Feuerbüchse (Kupfer)	$= 0{,}0014 \sqrt{F}$
Blechdicke der Röhren an der Feuerbüchse	$= 0{,}0024 \sqrt{F}$
Querschnitt der Oeffnung eines Sicherheitsventils	$= 0{,}0001\ F$

2. Speisepumpen.

Durchmesser des Kolbens einer Pumpe . . .	$= 0{,}0128\sqrt{F}$
Kolbenhub	= 0,12 Meter
Durchmesser einer Ventilöffnung	$= 0{,}0058\sqrt{F}$
Durchmesser der Saug- und Druckröhren . .	$= 0{,}0058\sqrt{F}$

3. Dampfzuleitung und Regulator.

Grösster Querschnitt der Regulatoröffnung . .	$= 0{,}00015\ F$
Innerer Durchmesser des Dampfzuleitungsrohrs	$= 0{,}016\sqrt{F}$
Querschnitt dieses Rohres	$= 0{,}0002\ F$
Querschnitt der Röhren, durch welche der Dampf nach der Dampfkammer strömt	$= 0{,}0001\ F$

4. Blasrohr.

Querschnitt des Blasrohrs		$= 0{,}0002\ F$
Querschnitt der Mündung des Blasrohrs	Maximum	$= 0{,}00017\ F$
	Minimum	$= 0{,}0000273\ F$

5. Steuerung.

Voreilungswinkel		$= 30°$
Lineares Voreilen des Schiebers		$= 0{,}013\ d$
Innere Ueberdeckung der Schieber		$= 0{,}012\ d$
Aeussere " " "		$= 0{,}065\ d$
Halbmesser der Steuerungsexzentrika		$= 0{,}15\ d$
Einströmungsöffnung	Verhältniss der Breite zur Höhe	$= 6{,}91$
	Querschnitt .	$= 0{,}000132\ F = 0{,}071\ O$
Ausströmungsöffnung	Verhältniss der Breite zur Höhe	$= 3{,}65$
	Querschnitt .	$= 0{,}000237\ F = 0{,}14\ O$
Schieber	Länge	$= 0{,}03\sqrt{F} = 0{,}63\ d$
	Breite	$= 0{,}04\sqrt{F} = 0{,}82\ d$
	Fläche	$= 0{,}0012\ F = 0{,}59\ O$

Cylinder und Transmission.

Durchschnitt eines Cylinders bei Locomotiven mit 2 Cylindern	$= 0{,}00136\ F$
Durchmesser eines Dampfcylinders	$d = 0{,}0416\sqrt{F}$
Länge des Kolbenhubs	$= 1{,}57\ d$
Länge einer Schubstange	$= 3{,}84\ d.$

Angaben bezüglich der Details der Dampf-Maschinen.

(Alphabetisch geordnet.)

Absperrung (Expansion.) — Sie ist fest oder veränderlich. — Die feste Absperrung wird durch Voreilen und durch Bedeckung bei den Locomotivmaschinen hervorgebracht. — Die veränderliche Absperrung wird vermittelst Vertheilungsapparate hervorgebracht, welche aus 2 Schiebern bestehen; die Taschensteuerung von Stephenson ist in theoretischer Hinsicht eine unvollkommene veränderliche Absperrung, aber sehr zweckmässig für die Anwendung. Sie wird von dem Maschinenführer nach den Hindernissen regulirt, welche sich bei schneller Fahrt auf den Gefällen der Eisenbahnen darbieten; zweitens wird diese Absperrung durch einen besonderen Mechanismus regulirt, welcher den Zweck hat, ein Maximum und ein Minimum der Geschwindigkeit ohne Berücksichtigung des Widerstandes festzusetzen. Der Ueberschuss des Widerstandes wird durch einen Ueberschuss des Dampfes überwunden, und indem man die Bewegung regulirt, spart man an Brennmaterial. — Die Grenze der Absperrung bei Maschinen mit hohem Druck und ohne Condensirung darf nicht weniger als 1,5 At^m. sein; folglich ist das Verhältniss $\frac{p}{p''} = \frac{p}{1,50}$. Wenn $p = 6$ At^m., ist das Verhältniss $= 4$ (Siehe hierüber die Formeln in der Tabelle über die Ermittelung des Nutzeffekts der Dampfmaschinen.)

Apparate für die Dampfkessel. — Diese sind: ein Manometer, eine Speisepumpe, ein Warnungsschwimmer, ein Wasserstandszeiger.

Balancier aus Gusseisen. — Seine Dimensionen sind: Entfernung von dem Befestigungspunkt oder Länge $l = 3,08$ mal der Länge des Kolbenhubs;

$$\text{Höhe } h = \sqrt{\frac{p\,l}{13}}; \text{ Dicke } l = \frac{1}{3}\,h.$$

(p ist das Gewicht in Kilogrammen, welches an jedem Ende des Balanciers wirkt; siehe den Artikel Balancier bei dem Widerstand der Materialien.)

Bewegungsarbeit des Dampfes auf jeden Kolben; das Maas dieser Arbeit ist das Produkt des Totaldrucks, — in Kilogrammen ausgedrückt, — in den vom Kolben durchlaufenen Raum. Die Arbeit wird auf die Treibachse übertragen.

Bolzen der Feuerbüchse einer Locomotive: Durchmesser = 0^m02.

Condensator. — Sein Rauminhalt ist gewöhnlich gleich einem Drittel des Volumens, welches von dem Dampfkolben bei einem einfachen Schub erzeugt wird.

Condensirung. — Das Wasservolumen in Litern, welches zur Condensirung per Stunde nöthig ist, $= 889\, f$. (f ist die Kraft der Maschine in Pferdekräften.)

Dampf. — Das Maximumgewicht (in Kilogrammen) des per Stunde zu verdampfenden Wassers ist für vier Atmosphären = 16 mal der Kraft in Pferdekräften.

Dampfcylinder. — Dicke $l = 0^{m}01 + 0{,}02\, d$;

$$\text{Durchmesser } d = \sqrt{0{,}02\, \frac{f}{v}}$$

(f ist die Kraft in Pferdekräften; v die mittlere Geschwindigkeit des Kolbens.)

Dampferzeugung. — per 1 Kilogramme Steinkohle in cylindrischen Dampfkesseln, 6 Kilogramme; in Röhrendampfkesseln 8 Kilogramm. (Siehe das Capitel Physik.)

Dampfkessel. — Der grösste Durchmesser d, welchen man den Dampfkesseln gibt, ist $1^{m}10$; man wendet mehrere Dampfkessel an, wenn die zu erzeugenden Dampfmengen beträchtlich sind — die Länge des Dampfkessels $= \frac{s}{3.\ 7.\ d}$ (s Heitzfläche) — der Rauminhalt (in Kubikmetern) der Dampfkessel bei Maschinen

von niederem Druck ist $= 0{,}66\ f$. (f Pferdekraft). Man theilt diesen Raum folgendermaassen ein: 0,4 f für das Wasser und 0,26 f für den Dampf.

Entfernung der inneren Wände der Zuleitungs-Oeffnungen. — Diese Entfernung ist 0 m 116; bei den äusseren Wänden ist sie 0 m 196.

Erhitzte Luft. — Der Druck, welcher das Ausströmen der erhitzten Luft in einem Kamin erzeugt, wird durch eine Säule erhitzter Luft bestimmt:

$$P = h q\ (t' - t)$$

(h Höhe des Kamins von 15 bis 30 Meter; q Coefficient der Ausdehnung der Luft, 0,004; t Temperatur der Luft, 12 Grade; t' Temperatur in dem Kamin, 300 Grade.)

Das Volumen erhitzter Luft, welches aus einem Kamin in einer Sekunde ausströmt $= \dfrac{p\,c'\,(1 + 0{,}0037\,t')}{3600}$

(p das in einer Stunde verbrauchte Brennmaterial in Kilogrammen; c' das zur Verbrennung eines Kilogrammes Brennmaterial nöthige Luftvolumen; t' die Temperatur in dem Kamin.)

Heitzfläche. — Ein Quadratmeter erzeugt 20 bis 25 Kilogramme Dampf per Stunde; bei unmittelbarem Bestrahlen erhält man 100 bis 125 Kilogramme. — Die ganze Ausdehnung der Heitzfläche in Quadratmetern $= 1{,}32\ f$: (f Kraft in Pferdekräften). Man nimmt 1,5 für die überladenen Maschinen. — Wenn die in der Stunde zu verdampfende Wassermenge a ist, so ist die Heitzfläche a getheilt durch 30 für die Maschinen mit hohem Druck.

Die Heitzfläche der Röhren einer Locomotive ist $= 0{,}92 \times$ (totale Oberfläche.)

Injectionshahn. — Seine Weite $= 0{,}00003\ f$ (Pferdekraft). Die Weite ist in Quadratmetern gegeben.

Kamine der Werkstätten. — Das Profil = einem Viertel der Rostfläche; bei grossen Höhen nimmt man ein Fünftel an. — Die Höhe ist gewöhnlich 20

Meter; in den Städten 36 Meter. — Der Durchmesser d eines Kamins kann auch nach folgender Formel berechnet werden:

$$d = \sqrt[5]{\frac{c^2}{2\,g\,p}(13\,d + 0{,}05\,l)}$$

(c ist das Volumen der erhitzten Luft; siehe Volumen; l die Totallänge des Rauchumlaufs; p der Druck, welcher durch das Ausströmen der Luft erzeugt wird.)

Kolben der Dampfcylinder. — Ihr Durchmesser, ihr Schub, ihre Geschwindigkeit und die Anzahl ihrer Stösse können folgendermaassen bestimmt werden:

Zusammenstellung der Kolbendimensionen der Dampfmaschinen.

Kraft der Maschinen	Durchmesser des Kolbens	Schub des Kolbens	Geschwindigkeit des Kolbens in der Sekunde	Anzahl der doppelten Stösse in der Minute
Dampfpferdekr.	Meter	Meter	Meter	
Maschinen mit niederem Druck und Condensirung				
1	0,15	0,51	0,85	50
2	0,21	0,61	0,86	42
10	0,45	1,22	0,98	24
20	0,61	1,52	1,00	20
30	0,73	1,83	1,04	17
40	0,83	2,00	1,06	16
50	0,91	2,13	1,07	15
80	1,14	2,44	1,08	13
100	1,27	2,60	1,09	12
Maschinen mit hohem Druck (5 Atmosphären) ohne Absperrung und Condensirung				
1	0,10	0,40	0,70	53
2	0,14	0,50	0,75	45
10	0,25	0,90	0,95	32
20	0,31	1,20	1,10	28
30	0,36	1,40	1,20	26
40	0,39	1,60	1,30	24
50	0,43	1,70	1,35	23
80	0,50	1,90	1,40	22
100	0,56	2,00	1,50	22

Für die zwischenliegenden Kräfte kann der Durchmesser des Kolbens durch Interpolation oder durch folgende Formel (d Durchmesser in Centimetern) gefunden werden:

$$d = \sqrt{\frac{f}{0{,}39\,v}\,(p-p')}$$

(f ist die Kraft in Kilogrammen; v die Geschwindigkeit des Kolbens in Metern; p und p' der Druck und Gegendruck in Quadratcentimetern.)

Kurbeln. — Wenn sie von Schmiedeisen sind, ist ihre Höhe

$$h = \sqrt[3]{\frac{p\,l}{2500}};\ \text{ihre Dicke } e = 0{,}16\ h.$$

Wenn sie von Gusseisen sind

$$h = \sqrt[3]{\frac{p\,l}{8}};\ e = 0{,}25\ h$$

(p ist das Gewicht in Kilogrammen; l die Entfernung der Angriffspunkte der Kräfte.)

Lauf der Schieberventile. — Bei den Lokomotivmaschinen ist diese Grösse $0^{m}{,}11$.

Luftzüge. — Ihr Profil ist gleich dem Profil des Kamins über der Rostfläche.

Oeffnungen für die Dampfcirculation. — Ihr Querschnitt muss gleich einem Fünfundzwanzigstel jenes des Kolbens sein. Der Durchmesser der Dampfröhren ist daher ein Fünftel von jenem des Kolbens oder Cylinders im Innern genommen.

Oeffnungen für das Ausströmen. — Ihr Querschnitt kann grösser sein, aber nicht kleiner als jener der Dampfzuleitungsöffnungen.

Pumpe-Luft. — Sie saugt die Mischung des Dampfes und Wassers, welches durch die Condensirung

entstanden ist; diese Mischung ist bei 40 Graden gleich 24mal dem Gewicht des Dampfes.

Pumpe-Kalt-Wasser. — Sie hat einen halb so grossen Hub als der Kolben des Cylinders, und einen Rauminhalt gleich einem Zwanzigstel von jenem des Cylinders.

Pumpe-Speise. — Das Volumen, welches durch den Kolben dieser Pumpe geliefert wird, ist $1/_{230}$ von dem, welches der Dampfkolben liefert. Der Durchmesser des Speisekolbens $= 0{,}013 \sqrt{s}$.

(s Heitzfläche).

Rauch. — Die Geschwindigkeit des Ausströmens des Rauches $= \sqrt{2gp}$ (p ist der Druck, welchen die erhitzte Luft ausübt).

Register. — Es mässigt den Zug bei den Locomotiven; man gibt ihm $0^m{,}20$ bis $0^m{,}25$ Weite.

Röhrenwand des Dampfkessels. — Ihre Dicke ist 0^m015 bis 0^m016.

Rost. — Eine Quadratmeter-Fläche verbrennt 40 bis 45 Kilogramme Steinkohlen in der Stunde; in Ausnahmsfällen kann man es bis zu 70 Kilogrammen treiben. — Die Weite der Stäbe hängt von der Beschaffenheit des Brennmaterials ab; sie ist ein Siebentel bis ein Fünfzehntel der ganzen Rostfläche, welche wiederum ein Fünfzehntel der ganzen Heitzfläche ist. — Bei den Maschinen mit hohem Druck und Absperrung kann man dem Rost 0,0057 Quadrat-Meter per Pferdekraft geben. — Die Länge des Rostes darf $1^m 75$ nicht übersteigen; sie ist $= 0{,}114 \sqrt{s}$.

Schädlicher Raum. — Dieser Raum befindet sich zwischen dem Kolben und dem Boden des Cylinders.

Schubstange. — Der Querschnitt der Schubstange ist $= 1/_{28}$ von dem des Kolbens; ihre Länge ist 5mal die Länge der Kurbel.

Schwungräder. — Der Durchmesser ist gleich 3,5mal der Länge des Kolbenschubs bei den Maschinen mit niederem oder hohem Druck; er ist = 4,0mal derselben Länge bei den Maschinen mit zwei Cylindern, mit Absperrung und Balancier; und endlich = 4,5 bei den Maschinen mit einem einzigen Cylinder mit hohem Druck und ohne Balancier. (Siehe den Artikel Schwungräder in dem Capitel von der Mechanik.)

Sicherheitsventil. — Durchmesser

$$d = 26 \sqrt{\frac{s}{n - 0,412}}$$

(s Heizfläche des Dampfkessels; n Anzahl der Atmosphären); $d = 0^m 0227$ per Pferdekraft. Die Belastung des Ventils = 0,9 Kilogramme per Pferdekraft.

Sideröhren oder Heizröhren, oder Rauchröhren, oder erhitzte Luftröhren. — Sie sind aus Messing von $0^m 002$ bis $0^m 003$ Dicke. — Der äussere Durchmesser d ist $0^m 04$ bis $0^m 05$. — Die Entfernung der Röhren von einander ist $0^m 013$. — Die Anzahl der Röhren einer Locomotive ist $= \frac{0,003 f}{d^2}$ (f ist die Kraft in Pferdekräften; d ist der Durchmesser einer Röhre).

Speisereservoir der Dampfkessel bei Maschinen mit niederem Druck; dieses Reservoir öffnet und schliesst sich durch einen Schwimmer; sein Niveau muss wenigstens $2^m 50$ über jenem im Dampfkessel liegen.

Stangen der Dampfkolben. — Ihr Durchmesser (d) in Quadratcentimetern $= \sqrt{\frac{s p}{100}}$

(s ist die Kolbenfläche; p der Dampfdruck auf jeden Quadratcentimeter in Kilogrammen.)

Man nimmt auch *d* oft gleich einem Fünftel des Halbmessers des Kolbens oder Cylinders.

Taschensteuerung (siehe Absperrung).

Voreilen des Schieberventils bei den Locomotiven. — Das Winkelvoreilen beträgt 30 Grad; das lineare Voreilen beim Zuleiten 0^m004 bis 0^m005; das lineare Voreilen beim Entweichen 0^m028.

Wasser zum Einspritzen in den Condensator = 482 Kilogr. × Pferdekraft der Maschine (in der Stunde und für 4 Atmosphären). Das von der Maschine verbrauchte Wasser beträgt im Durchschnitt 1 Liter 5 in der Sekunde.

Zuleitungsöffnungen. — Das Verhältniss der Höhe und Breite ist 1 zu 5. Die Oeffnung ist gleich einem Zwanzigstel der Kolbenfläche.

Capitel VIII.

Erfindungs-Patente

von

Emil Barault.

....

Von dem Wunsche beseelt, genaue Auskunft über alle Gegenstände zu ertheilen, welche die Käufer dieses Buches, namentlich die Ingenieure, Maschinenfabrikanten

und Unternehmer interessiren könnten, wollte ich nicht versäumen, dasselbe durch genaue Angaben über die Erfindungspatente, ihre Wichtigkeit, ihren Werth und über die Mittel zu vervollständigen, welche man anwenden muss, um sich ernstliche Privilegien sowohl in Frankreich als anderwärts zu verschaffen.

Ich wendete mich daher wegen diesem Theil meiner Aufgaben an Herrn E. Barrault, Civil-Ingenieur und früherer Zögling der Centralschule der Künste und Manufakturen, welcher sich speciell mit diesem Gegenstand beschäftigt. Nachdem Herr Barrault als Ingenieur bei Eisenbahnen, in Construktions-Werkstätten und verschiedenen Fabriken Frankreichs und Belgiens gearbeitet hatte, machte er die Erfindungspatente zum Gegenstand seiner besonderen Beschäftigung; er hat ein eigenes Geschäftsbureau für die Besorgung französischer Patente errichtet und Correspondenten in allen Ländern angestellt, um auch ausserhalb Frankreichs die Patente zu erwirken, mit welchen er täglich beauftragt wird.

Als Mann von Thätigkeit und Praxis hat sich Herr Barrault auch mit allen Rechtsfragen beschäftigt, welche auf die Erfindungspatente Bezug haben. Unter diesen Umständen muss daher die Arbeit, welche ich ihm anvertraut habe, offenbar den positiven Charakter an sich tragen, welcher eine so delikate Sache erfordert.

Auseinandersetzung.

1.

In den meisten civilisirten Ländern haben die Regierungen den Erfindern ein besonderes Privilegium auf den Gegenstand, welchen sie erfanden, ertheilt; dieses Privilegium trägt den Namen Erfindungspatent oder Patent. — Das Erfindungspatent hat eine beschränkte Dauer und diese Dauer wechselt nach den Ländern von 5 bis zu 20 Jahren. — Wir wollen nicht untersuchen, ob die Gerechtigkeit nicht eine immerwährende Dauer

der Patente verlangte: wir beschränken uns darauf, zu sagen, wie es ist und können nur unsere Wünsche für unvermeidliche Verbesserungen aussprechen.

Unter den Staaten, in welchen die Industrie begünstigt wird, nimmt Frankreich durch täglich günstigere Bedingungen, durch regelmässige Justizpflege, welche die Gesetze im weitesten Sinne auslegt, durch Gesetze, welche immer neue Begünstigungen hinzufügen, und endlich durch die ernstlichsten Ermuthigungen der Arbeiter, welche die Entwicklung der Industrie vorbereiten, offenbar den ersten Rang ein. Die Länder, welche Patente ertheilen, können übrigens in zwei bestimmte Abtheilungen eingetheilt werden:

Erstens. Die Länder, in welchen die Patente unter dem Namen Verbesserungspatente oder Zusatz-Certificate durch die blose Hinzufügung eines Titels, welcher mit dem alten verschmolzen wird, allmälige Modificationen erleiden können: diese sind in alphabetischer Ordnung, Belgien, Frankreich, Holland, Piemont.

Zweitens. Die Länder, welche nur solche Patente ertheilen, die ein für allemal die Erfindung, welche man privilegirt zu haben wünscht, bezeichnen. — In dieser Abtheilung muss man jedoch zwei Länder ausnehmen, deren System etwas verschieden ist. Diese sind England und die Vereinigten Staaten, welche vor Ertheilung des definitiven Patents während dem Verfluss einer gewissen Zeit Modificationen autorisiren, nach deren Umlauf die Erfinder in diesen beiden Staaten nur bekannte Beschränkungen unter dem Namen Disclaimers machen können.

Man begreift natürlich, dass in den Ländern der 2ten Classe die Patente in der Praxis eine Ausdehnung erhalten, welcher die Patente, zu welchen man Zusätze machen kann, nicht fähig sind, daher denn eine wesentlich ganz verschiedene Redaktion stattfinden muss, um für denselben Gegenstand in den verschiedenen Ländern einen wirksamen Schutz zu erhalten, sowie Modificationen in der Redaktion, bezüglich auf die bestehenden Unterschiede in der Gesetzgebung und Rechtspflege.

2.

Ausser dieser ersten Eintheilung, welche wir so eben gegeben haben, besteht noch eine andere, deren Wichtigkeit nicht geringer ist, und deren Grundlage in der Anerkennung oder Nichtanerkennung der Rechte der im Ausland patentirten Erfinder besteht.

Diese Rechte werden nach den verschiedenen Ländern entweder anerkannt, oder angenommen, oder geduldet, oder endlich durchaus nicht anerkannt.

1) Frankreich, Belgien, die Vereinigten Staaten, Oesterreich, Schweden und Piemont nehmen bei sich als patentberechtigt nur die Erfinder selbst oder die von ihnen autorisirten Personen an.

2) Spanien und Russland gestatten dem Erfinder vor dem Importator nur das Privilegium einer längeren Dauer und geringeren Taxe.

3) Die anderen Länder, wie England, erkennen das Recht der ausländischen Erfinder an, indem sie ihren Widerspruch gestatten, wenn derselbe zu gehöriger Zeit vorgebracht wird.

4) Holland endlich gestattet dem Erfinder das Privilegium ein Patent zu nehmen nur in so fern, als es ihm das Recht verweigert, ein solches noch in einem andern Land zu nehmen, und autorisirt das authentische Einbringen fremder Patente durch wen es immer sei.

Es ist nöthig, zu bemerken, dass die Vorschriften der Französischen, Belgischen, Oesterreichischen, Piemontesischen, Amerikanischen und Schwedischen Gesetze oft durch die Geschicklichkeit der Patenträuber umgangen werden.

Andere Länder anerkennen ebenfalls das Recht der Erfinder, aber diese Anerkennung ist mehr schädlich als nützlich, da sie die Vorlage authentischer theuerer und oft schwer anzuschaffender Aktenstücke verlangt.

Man sieht aus dieser einfachen Auseinandersetzung, dass die Erwerbung von Patenten in den verschiedenen Ländern verschiedenen bizarren Regeln unterworfen ist,

und dass selbst die Ordnung, in welcher diese Patente genommen werden müssen, nicht unbestimmt bleiben darf, sondern im Gegentheil mit grosser Sorgfalt festgesetzt werden muss. Ein flüchtiges Studium der charakteristischen Theile einer jeden Gesetzgebung wird diese Wahrheit, deren sich wenig Personen gehörig bewusst sind, noch mehr begreifen lassen.

Französische Patente.

(Gesetz vom 5. Juli 1844.)

I.

Frankreich ist das erste Land, in welchem ein Franzose sein Patent nehmen muss, und zwar muss er nicht aus Patriotismus, sondern aus wohlverstandenem Interesse so handeln.

Die Patente hängen im Allgemeinen von dem Originalpatente, welches zuerst genommen wurde, ab; und wenn dieses verfällt, befinden sich auch die andern im Zustande des Verfalles. Nur stellen die Gesetze für die Aufrechterhaltung der Patente strenge Bedingungen, die man leicht in dem Lande, in welchem man wohnt, erfüllen kann, deren Erfüllung aber im Auslande nicht immer so leicht ist.

Die natürliche Folge unseres ersten Rathes scheint die zu sein, dass jeder immer sein erstes Patent in seinem eigenen Lande nehmen soll; es ist dieses jedoch nicht der Fall, und wir deuten diesen Umstand nur an, ohne weiter darauf einzugehen.

Die Formalitäten, welche man erfüllen muss, um in Frankreich ein Patent zu nehmen, sind folgende: Man muss unter versiegelter Couverte bei dem Minister des Ackerbaues, der öffentlichen Arbeiten und des Handels:

1) Eine Bittschrift einreichen, welche den Namen, Vornamen, Stand und Wohnort des Bittstellers, eine summarische Bezeichnung der Erfindung und der Dauer

des Patents, welches man zu nehmen wünscht, enthält; 2) Eine Beschreibung der Erfindung in doppelter Ausfertigung; 3) Zeichnungen oder Muster in doppelter Ausfertigung; 4) Ein Verzeichniss sämmtlicher in dem Couverte befindlicher Piecen.

Man entrichtet vorläufig bei der Central-Einnehmerei (Recette centrale) eine Summe von 100 Franken für die Taxe des ersten Jahresbetrages des Patentes, das man verlangt, indem man ausserdem die Kosten des nöthigen Stempels bezahlt, und gibt das versiegelte Paquet bei der Präfektur des Departements ab, wobei man die Quittung vorzeigt, welche die Bezahlung der Taxe bescheinigt.

Diese ziemlich einfachen Vorschriften genügen, um sich ein Patent zu verschaffen; aber sie sind noch lange nicht hinreichend für ein Patent, das einen Werth hat, das heisst für einen regelmässigen Anspruch, für ein Privilegium, welches dem Erfinder das Recht sichert, seine Erfindung allein auszubeuten.

In der That ertheilt die Regierung ihre Patente ohne Garantie; daraus folgt, dass die Garantie des Patentes zuerst auf seiner eigenen Neuheit, sodann auf der Art und Weise, wie diese Neuheit hervorgehoben wird, und hauptsächlich auf der strengen Beobachtung aller Formalitäten und kleinsten Vorsichtsmassregeln beruht, um zu vermeiden, dass ein Patent weder in seiner eigenen Wesenheit, noch in einem Theile seiner Folgen Fehler habe.

So verbietet das Gesetz, in einem Patent mehrere Erfindungen zusammenzufassen, gestattet jedoch, mit dem Hauptgegenstand die zugehörigen Theile, welche von diesem Hauptgegenstand abhängen, und die verschiedenen Anwendungen, welche man voraussehen kann, zu patentiren; es ist hier oft eine sehr feine Unterscheidung zu machen und ein sehr ernsthaftes Nachdenken über den Titel, den man wählen soll, nöthig.

Die Bitte um das Patent muss die Dauer angeben, die man natürlicherweise für die Patente, welche man

zuerst in Frankreich nimmt, auf 15 Jahre festsetzt, da man die Dauer des Patentes immer nach Willkühr abkürzen kann, indem man den verfallenen Jahresbetrag nicht mehr bezahlt; wenn diese Dauer aber einmal festgesetzt ist, so kann man im Gegentheil dasselbe nicht mehr verlängern, wenn man nicht die Ausdehnung des Patentes durch ein Gesetz erbittet, was seit 14 Jahren nur einmal gewährt wurde.

Die Bittschrift an den Minister darf weder Bedingungen, noch irgend einen Vorbehalt enthalten, und der Titel der Erfindung muss deutlich und präcis den Gegenstand des verlangten Patentes bezeichnen, denn jede irrige Angabe würde die Nichtigkeit des Patentes zur Folge haben.

Die Beschreibung muss französisch geschrieben und ohne Aenderungen oder Correkturen sein; alle ausgestrichenen ungültigen Worte müssen daher sorgfältig gezählt und konstatirt, und die Randbemerkungen bestätigt und mit Handzeichen versehen werden. Es darf keine andere Gewichts- oder Maassbestimmung als die durch das Gesetz anerkannte angewendet werden, und die dem Memoire beigegebenen Zeichnungen müssen nach dem Maassstabe und mit Tusch ausgeführt werden.

Die Beschreibung wie die Zeichnungen müssen mit der Hand gemacht sein, und man muss sorgfältig jede Autographie, Lithographie oder Kupferstich vermeiden, welches zu dem Glauben einer verfrüheten Veröffentlichung Veranlassung geben könnte, wodurch das Patent vollkommen fehlerhaft werden und für nichtig anzusehen sein würde.

Damit ein Patent ernsthaft und gültig ist, muss das Memoire die Erfindung genau beschreiben, so dass nach Umlauf des genannten Patentes ein Jeder nach aufmerksamem Lesen des Memoirs und Ansicht der Zeichnungen, welche das Gesetz zum leichteren Verständniss des Verfahrens oder der neu angegebenen Mittel beizufügen vorschreibt, den Gegenstand auszuführen im Stande ist.

Man begreift, dass die Beschreibung mit grosser Sorgfalt abgefasst sein muss, damit einerseits die neue Erfindung von allem früher Bestehenden wohl unterschieden werden kann, andererseits die künftigen Entwicklungen dieser Erfindung vorgesehen werden, damit sie gesetzlich durch weitere Zusätze reclamirt werden können.

Endlich darf die Redaktion kein betrügliches Nachmachen gestatten, und man weiss, dass die Leute, welche sich damit abgeben, geschickt und thätig sind.

Grösstentheils lassen es sich die ernstlichen Erfinder angelegen sein, die Redaktion ihres Patentes denjenigen Personen zu übertragen, welche sich mit dem Studium der Erfindungspatente besonders befasst haben, in diesem Falle werden alle Formalitäten durch die einfache Unterzeichnung einer Vollmacht ersetzt, welche zu dem Vollzug dieser Formalitäten autorisirt und dem Patent, das immer im Namen des Erfinders genommen wird, angehängt bleibt.

Die Zusätze können während der ganzen Dauer des Patents genommen werden und erfordern genau dieselben Formalitäten, welche das Patent selbst erfordert; ausser dass die zu erlegende Taxe nur 20 Franken beträgt, welche ein für allemal bezahlt werden.

Die Zusätze gestatten allmälig alle Verbesserungen, welche man anbringt, anzuhängen, und der Artikel 18 des Gesetzes verleiht dem Erfinder oder seinem Stellvertreter das Recht, während eines Jahres, mit Ausschluss aller andern, Zusätze zu seinem Privilegium zu entnehmen. Immerhin kann ein Fremder während dieser Zeit ein Verbesserungs-Patent vorlegen, aber das Patent wird nur ertheilt, wenn es Verbesserungen enthält, welche in dem Augenblick, wo das Siegel erbrochen wird, von dem Erfinder nicht vorgesehen waren.

Sobald das Patent vorgelegt ist, wird die Genehmigung ertheilt, wenn alles gehörig in der Ordnung ist; aber wenn irgend eine administrative oder vorschriftsmässige Formalität vernachlässigt wurde, kann das Patent zurückgewiesen werden und die Hälfte der Taxe verfällt

der Verwaltungsbehörde als Strafe. Wenn die Genehmigung ertheilt ist, erhält der Erfinder die zweite Ausfertigung sämmtlicher Vorlagen, Memoiren und Zeichnungen von dem Minister unterzeichnet nebst einem Protokoll zurück, welches die officiell ertheilte Genehmigung bestätigt. Die anderen Vorlagen, welche aus den Originalien der doppelten Ausfertigung bestehen, die mit der Bitte des Erfinders vorgelegt wurden, verbleiben in den Archiven des Ministeriums, um von dem Publikum jeden Tag von 12 bis 4 Uhr eingesehen werden zu können.

II.

Wenn der Erfinder einmal im Besitz seiner Rechts-Ansprüche ist, hat derselbe das Recht, seine Erzeugnisse allein zu verkaufen, jede Nachmachung hinwegnehmen zu lassen und die Bemerkung, dass er patentirt ist, unter Hinzufügung der Worte: sans garantie du gouvernement (oder abgekürzt s. g. d. g.) darauf anzubringen.

Um sein Privilegium aufrecht zu erhalten, muss der Erfinder jedes Jahr, spätestens am Abend vor dem Tage, an welchem er dasselbe auf der Präfektur niederlegte, den Jahresbetrag von 100 Franken nebst den Stempel-Gebühren bezahlen und dafür sorgen, dass bei jeder Zahlung auf der Quittung, welche man ihm ertheilt, das genaue Datum des Patents, welches er bezahlt, sowie die Genehmigung und selbst die Nummer, welche die officielle von dem Minister ihm ertheilte Genehmigung hat, bezeichnen zu lassen; das Vergessen und selbst das Verzögern dieser Formalität hat den absoluten und unvermeidlichen Verfall des Patents zur Folge.

Ausserdem muss der Erfinder ebenfalls bei Strafe des Verfalls, den Gegenstand seines Privilegiums innerhalb der nächsten zwei Jahre nach seiner Bitte, ausbeuten, und diese Ausbeutung ohne eine längere als zwei Jahre währende Unterbrechung während der ganzen Dauer seines Patents fortsetzen; jedoch stellt es das Gesetz den Tribunalen anheim, zu ermessen, ob gewisse Fälle

höherer Gewalt die Erfinder verhindert haben, diese letztere Bedingung zu erfüllen.

Endlich werden alle Patente, von welchen zwei Jahresbeträge bezahlt sind, durch das Ministerium entweder im Ganzen oder Auszug veröffentlicht; und ebenso werden jedes Jahr die Kataloge veröffentlicht, um die genommenen Patente zur Kenntniss des Publikums zu bringen; was die Patente des laufenden Jahres betrifft, so können sie auf dem Ministerium erst eingesehen werden, wenn sie ertheilt sind, das heisst 2½ bis 3 Monate, nachdem sie auf der Präfektur niedergelegt wurden.

III.

Ohne Alles gesagt zu haben, haben wir uns etwas weiter über die französische Gesetzgebung verbreitet, weil uns diese von Wichtigkeit schien. Man könnte bemerken, dass die Bedingungen zur Erhaltung eines guten Patents gerade durch die scheinbare Leichtigkeit erschwert sind, welche die Erfinder, die mit dem Gesetze nicht vertraut sind und die Schwierigkeit der genauen Befolgung desselben nicht kennen, oft täuscht.

Das französische Gesetz ist insofern wesentlich liberal als die administrative Controle, welche man ausübt, sich nicht einmal auf den Werth des Patents erstreckt. Das einmal ertheilte Patent kann desshalb ein Gegenstand ohne irgend ein Werth sein, wenn der Erfinder nicht die äusserste Sorgfalt anwendet, die für den Werth seiner gesetzlichen Berechtigung nöthig ist; dieses ist die Ursache grosser Missgriffe, welche in dem Glauben bestehen, dass ein Patent gut ist, blos desshalb, weil es ertheilt wurde, oder dass ein Patent keinen Werth hat, und dass man den Gegenstand nachmachen kann, wenn man an irgend einer seiner Bestandtheile eine geringe Abänderung anbringt, was blos daher rührt, dass ein Patent schlecht genommen wurde.

Mit einem guten Patent muss das Nachmachen unmöglich sein; es ist unglücklicher Weise nur zu leicht,

wenn das Privilegium schlecht aufgefasst, schlecht redigirt oder unter schlechten Bedingungen genommen wurde.

Belgische Patente.

(Gesetz vom 24. Mai 1854.)

Belgien ist nach Frankreich das Land, in welchem man die meisten Patente nimmt; auch werden die beiden Patente meistens fast zu gleicher Zeit genommen.

Belgien gestattet dem Erfinder zwanzig Jahre; aber wenn das Patent schon in einem anderen Lande genommen wurde, gestattet es nur dieselbe Dauer, welche das früher genommene Patent besitzt und der Titel, unter welchem es dasselbe ertheilt, heisst Einführungs-Patent.

Man kann, wie in Frankreich, während der ganzen Dauer des Patentes Zusätze zu seinem Privilegium unter dem Titel Vervollkommnungs-Patent entnehmen.

Die Ertheilungen geschehen ebenfalls ohne Garantie der Regierung; ihr Werth hängt desshalb von der Art und Weise ab, wie sie genommen und redigirt sind. Die charakteristischen Bestandtheile der Erfindung müssen in den beigegebenen Zeichnungen durch eine besondere Färbung oder ein konventionelles Zeichen bezeichnet werden.

Die Vorlage muss auf dem Bureau einer der Kreis-Regierungen oder eines der Bezirks-Commissariate eingetragen werden, nachdem die Entrichtung von 10 Franken als Taxe des ersten Jahresbetrags nachgewiesen ist.

Die Eingabe, welche an den Minister des Innern gerichtet wird, muss auf Stempelpapier gemacht werden, und die Memoiren in französischer, flämmischer oder deutscher Sprache müssen, wie die Zeichnungen, doppelt ausgefertigt sein.

Eine der Ausfertigungen bleibt in den Archiven, die andere wird dem Erfinder an ein Protocoll zur Bestätigung der officiellen Ertheilung des belgischen Patentes geheftet, zurückgeschickt. Die Bemerkungen, welche für die französischen Patente gemacht wurden, finden auch auf die belgischen Patente ihre Anwendung.

Die Taxe, welche für das erste Jahr zehn Franken beträgt, wächst jedes Jahr um zehn Franken, nämlich zwanzig, dreissig, vierzig u. s. w. Sie beträgt daher im zwanzigsten Jahre 200 Franken.

Diese Taxe kann jedes Jahr in dem Monate bezahlt werden, welcher auf den Datum der Vorlage des Patents folgt; man kann selbst den Verfall vermeiden, wenn man nebst der Taxe noch zehn Franken Strafe während der sechs Monate bezahlt, die auf den Verfall des Jahresbetrags folgen. Diese Einrichtung zeigt von wesentlichem Wohlwollen für die Erfinder und macht der belgischen Regierung Ehre.

Die Ausbeutung muss in Belgien in dem Jahre stattfinden, welches auf die Ausbeutung des patentirten Gegenstandes im Auslande folgt, sonst ist das Patent nichtig, wenigstens, wenn die Regierung dem Erfinder nicht eine besondere Autorisation ertheilt hat.

In Belgien wie in Frankreich kann nur der Erfinder oder seine Stellvertreter Patente nehmen. Daher würde jeder französische Erfinder das Recht haben, ein Patent, was dem seinigen ähnlich ist und ohne sein Vorwissen genommen wurde, für ungültig erklären zu lassen, aber unglücklicher Weise fällt, wenn seinem Verlangen willfahrt wird, das betrügliche Patent ohne Vortheil für ihn in die Staatskasse; das beste ist daher immer, das Patent selbst zu nehmen, ehe andere es thun können.

Englische Patente.

(Gesetz vom 1. October 1852.)

I.

In der Reihenfolge, welche wir angenommen haben, steht England mit Belgien bezüglich der Zahl der Patente, welche dort genommen werden, auf gleicher Linie, und doch ist das englische Patent beziehungsweise viel theurer; aber eine Einrichtung des englischen Gesetzes zieht die Erfinder an und begünstigt wesentlich die Entwicklung der Industrie; und hauptsächlich dieser Maassregel verdankt England, dass die Erfinder seine Patente suchen, und sie eher daselbst als in ihrem eigenen Vaterlande anwenden.

Diese Maassregel besteht darin, dass das englische Gesetz die ganze Dauer des Patents für das in's Leben Rufen der Erfindung gestattet, ohne dass die Nichtausführung jemals für sich selbst den Verfall nach sich zieht. Man begreift sogleich die Sicherheit, welche diese weise Einrichtung gewährt, und die Erfahrung hat gezeigt, dass bei den vom Auslande kommenden Erfindern die Ausbeutung in England fast so schnell wie irgendwo anderwärts und vor den andern Ländern bei denjenigen Erfindungen statt fand, welche in England selbst gemacht wurden.

In der That genügt auch das persönliche Interesse immer, um den Erfinder anzutreiben, seine Erfindung so schnell wie möglich in's Werk zu setzen, und jedes Verfallen, das von dem Nichtbetrieb herrührt, schadet der Industrie im Allgemeinen und wirkt dahin, diese Ausbeutung gänzlich zu verhindern, wenn der Erfinder kein Interesse mehr daran hat, und dieses um so mehr, je wichtiger die Erfindung ist, weil natürlicher Weise die Kosten der ersten Einrichtungen und Anfertigungen um so bedeutender sind, und durch einen ausschliesslichen Verkauf nicht wieder erhalten werden können.

Im Falle durch Nachmacher eine Erfindung vor dem Erfinder selbst ausgebeutet worden wäre, würde dieses eine wichtige Thatsache sein, welche in gewissen Fällen auf Seiten der Richter ein ungünstiges Vorurtheil zur Folge haben könnte, was so viel wie möglich vermieden werden muss; daher muss diese Befürchtung trotz der Begünstigung des Gesetzes zum baldmöglichsten Verkaufe anregen.

Das englische Patent erstreckt sich von Rechtswegen auf die 3 Königreiche und kann durch Entscheidung des Commissärs sich auch auf die Kolonien ausdehnen, aber bis jetzt wurde diese letzte Ausdehnung niemals gewährt.

Man kann vor der Einholung des Patents den provisorischen Schutz von sechs Monaten ansprechen, um die Vervollkommnung der Erfindung zu ermöglichen, denn das englische Gesetz gestattet nicht, allmälige Verbesserungen durch Zusätze anzuhängen, und autorisirt Abänderungen nur während der fünf Monate, welche zwischen der Vorlage der provisorischen und der definitiven Specification verfliessen.

Die Dauer des Patents ist 14 Jahre, während welcher die Bezahlungen stufenweise, wie folgt, steigen:

Beim Verlangen der provisorischen Protection von 6 Monaten bezahlt man 125 Franken.

Am Ende von 4 Monaten gibt man Nachricht, ob man fortfahren wolle, indem man 125 Franken bezahlt.

Zugleich lässt man in den offiziellen Zeitungen die Anzeige des Titels des nachgesuchten Patents einrücken, und ein Jeder hat das Recht, der Verabfolgung desselben zu widersprechen, wenn er es für gut findet; wenn aber nach 21 Tagen keine Einsprache stattgefunden hat, so kann das Siegel auf den Patentbrief aufgedrückt und die definitive Specification unter Erlegung von 375 Franken in die öffentlichen Register eingetragen werden.

Die Stempeltaxe für die vom Magistrat erlassene Autorisation, den Patentbrief auszuliefern, beträgt allein 125 Franken.

Wenn diese Zahlungen einmal geleistet sind, ist das Patent auf drei Jahre bezahlt, nach deren Verfluss man noch 1250 Franken zahlen muss, um das Patent auf vier Jahre zu verlängern. Endlich kann man am Ende des siebenten Jahres 2500 Franken zahlen, um bis an das Ende des vierzehnten Jahres des Patents berechtigt zu sein.

II.

Das englische Gesetz gestattet den Erfindern, welche aus ihrer Erfindung keine solche Vortheile zogen, die im Verhältniss zur Wichtigkeit der Entdeckung standen, eine Verlängerung von weiteren sieben Jahren zu gewähren; diese Verlängerung bis auf 21 Jahre ist mit zahlreichen Formalitäten verknüpft und macht die Deponirung von weiteren 2500 Franken nothwendig; jeder Interessent kann sich dieser Verlängerung widersetzen und seine Rechte geltend machen, welche von den Richtern, die zur Entscheidung der Frage über die Patentverlängerung bestellt sind, geprüft werden.

Um die provisorische Specification von 6 Monaten zu entnehmen, muss man folgende Aktenstücke vorlegen:

1) Ein Affidavit oder Erklärung, in welcher man nachweist, dass man der erste Erfinder des Gegenstandes, welchen man patentiren will, ist, oder zu sein glaubt, oder dass man die Mittheilung der Erfindung von dem Erfinder selbst erhalten hat.

2) Eine Bittschrift an die Königin.

3) Eine provisorische Beschreibung oder Specification oder auch die definitive Beschreibung selbst.

4) Eine oder mehrere Zeichnungen, wenn die Natur der Erfindung es verlangt; diese Zeichnungen müssen bestimmte Dimensionen haben.

Während der sechs Monate dieses Schutzes kann die Erfindung angewendet und veröffentlicht werden, ohne die Gültigkeit des Patents zu benachtheiligen; immerhin ist es rathsam, vorsichtig zu Werke zu gehen, so lange die für die Einsprache festgesetzte Zeit nicht verflossen

ist, um zu vermeiden, dass nicht eine betheiligte Person Einsprache gegen die Ausfolgung des Patents macht oder machen lasse, was die Aufhebung dieser Einsprache, Kosten und lange und weitläufige Formalitäten nöthig machen würde.

Die Patente können für ungültig oder verfallen erklärt werden:

1) Wenn die Erfindung betrügerischerweise oder zum Nachtheil eines schon verliehenen Patentes privilegirt wurde.

2) Wenn man die genannte Erfindung vor dem Datum des Gesuches um Verleihung des englischen Patents im Auslande veröffentlicht oder ausgebeutet hat.

3) Wenn die Taxen nicht richtig und vor den festgesetzten Epochen bezahlt werden.

4) Man muss auf die Redaktion der provisorischen Specification und auf die Wahl des Titels, welcher übrigens von den Patent-Commissären genehmigt sein muss, grosse Sorgfalt verwenden.

Die definitive Specification kann keinen neuen Punkt, welcher in der provisorischen Vorlage nicht erwähnt war, aufnehmen, aber sie entwickelt diejenigen, welche beansprucht waren; diese definitive Specification muss auf gestempeltes Pergament in einer Länge von 546^{mm} und einer Breite von 375^{mm} mit Aufbehalten eines Randes von 38^{mm} auf jeder Seite geschrieben sein.

Die Zeichnungen, welche die Specification begleiten, müssen ebenfalls auf Pergamentblätter von 750^{mm} auf 546^{mm} mit Belassung eines Randes von 38^{mm} auf den Seiten ausgeführt werden. Diese Dimensionen müssen genau sein, bei Strafe der Zurükweisung der Aktenstücke.

Man muss auf dem Bureau der Commissäre 20 Centimen für jede 90 Wörter des Memoires zahlen.

Da die englischen Patente ohne Garantie der Regierung ertheilt werden, so hängt ihr Werth nicht allein von dem Verdienst und der Neuheit der Erfindung selbst ab, sondern auch und vielleicht noch mehr von der Art und Weise, wie man den Werth dieser Erfindung in den

Memoiren und angehängten Zeichnungen heraushebt und wie man die verschiedenen Theile der genannten Erfindung erklärt und für sich in Anspruch nimmt.

Es ist auch wesentlich, dass man nur das beansprucht, was wirklich neu ist, denn die Thatsache einer unrichtigen In-Anspruch-Nahme macht das Patent fehlerhaft, welches keinen Werth mehr hat, bis man es durch die Einsprache eines Disclaimers dahin gebracht hat, dass der unrichtige Theil des Patentes hinweggelassen wird.

Im Allgemeinen erfordert das Entnehmen der englischen Patente besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt; die Formalitäten sind daselbst zahlreich und vielfältig und wir können in dem engen Rahmen dieser Schrift nicht alle Rathschläge ertheilen, die wir für nöthig halten, immerhin glauben wir, dass für die meisten Fälle das Gesagte hinreichen wird, um so mehr, als zur Erhaltung eines englischen Patentes die Intervention eines Agenten fast unentbehrlich ist, selbst für die Engländer, um so mehr für die Fremden.

Patente in den Vereinigten Staaten.

(Gesetz vom 4. Juli 1836; Zusätze vom 3. März 1837, 3. März 1839 und 29. August 1842.)

In der Reihe der Wichtigkeit folgen die Vereinigten Staaten, ein Land, in welchem man eine sehr grosse Menge Patente nimmt, da sich dieselben ziemlich leicht verkaufen.

Das Gesetz der Vereinigten Staaten würde zu seinem vollkommenen Verständniss einer grossen Auseinandersetzung bedürfen, aber da wir durch den uns vorgeschriebenen Raum beschränkt sind, werden wir blos die hervorstehenden Punkte angeben.

In den Vereinigten Staaten werden die Patente vorher geprüft und nur ertheilt, wenn die Erfindung neu ist.

Man ertheilt die Patente den Erfindern während der zwei ersten Jahre ihrer ursprünglichen Patente im Auslande. Aber diese Patente erlöschen mit dem ursprünglichen Patent. Wenn keine Einführung in das Land stattfand, können die Patente noch genommen werden, wenn schon mehr als 2 Jahre verflossen sind.

Das Patent dauert 14 Jahre und kann bis auf 21 Jahre verlängert werden.

Die Taxe wird sogleich für die ganze Dauer des Patents bezahlt; sie beträgt 160 Franken für einen Amerikaner, 2700 Franken für einen Englischen Unterthan und 1600 Franken für alle übrigen Fremden.

Zum Ansuchen um Ertheilung bedarf man eines Affidavits vor dem Konsul oder einer Erklärung, dass man wirklich der Erfinder ist, einer von dem Erfinder unterzeichneten und von zwei Zeugen beglaubigten Beschreibung, mit genauer unter der Form von Claims (Beanspruchung) gemachten Angabe der bezeichnenden Eigenschaften der Erfindung, eine doppelte Ausfertigung aller Zeichnungen und Muster, die zum vollkommenen Verständniss der Erfindung nöthig sind, und endlich, wenn es sich um eine Maschine handelt, eines Modells, dessen Volumen nicht mehr als 35 Kubikcentimeter betragen darf.

In dem Falle das Patent verweigert wird, behält die Regierung das Modell und ein Drittel der Taxen. Diese unbillige Maassregel, sowie der erstaunliche Unterschied der Taxe zwischen den Amerikanern und Fremden ist der Gegenstand von Reklamationen aller Vernünftigen und eine Ungerechtigkeit, welche mit dem neu projectirten Gesetze verschwinden wird.

Sardinische Patente.

(Gesetz vom 3. Febr. 1855.)

In Piemont können die Patente von dem Erfinder selbst nach der Veröffentlichung genommen werden,

vorausgesetzt, dass noch Niemand den Gegenstand der Erfindung in dem Lande eingeführt hat. Die Dauer des Patents ist höchstens 15 Jahre und die Taxe nach einer doppelten Grundlage aufgestellt.

Es gibt eine Taxe für die ganze Anzahl der Jahre des Patents im Betrag von 10 Franken für jedes Jahr. Diese Taxe wird sogleich bezahlt.

Ferner gibt es eine jährlich zunehmende Taxe im Betrag von 30 Franken für jedes der 3 ersten Jahre, von 60 Franken für jedes der 3 folgenden Jahre und so um 30 Franken für jede Periode von 3 Jahren steigend.

Man kann Zusatzpatente nehmen und Verlängerung der Dauer bis auf 15 Jahre verlangen, wenn das ursprünglich verlangte Patent diese Dauer nicht hatte.

Die Beschreibungen müssen in dreifacher Ausfertigung in bestimmtem Format gemacht werden; die Zeichnungen müssen ebenfalls in besonderem Format und dreifacher Ausfertigung angefertigt werden.

Die Ausbeutung muss innerhalb des ersten Jahres bei Strafe des Verfalls derjenigen Patente stattfinden, welche auf weniger als 5 Jahre genommen sind, und innerhalb 2 Jahren bei allen Patenten von längerer Dauer.

Um das Patent nehmen zu können, ist eine notarielle Vermittelung nöthig; auch muss eine officielle Abschrift des ersten Patents beigefügt werden, wenn das Patent nicht zuerst vor andern Ländern verlangt wird.

Eine Kommission prüft die Patente, welche auf Medikamente, Getränke und Nahrungsmittel Bezug haben, und kann nöthigenfalls die Ertheilung des Patents verweigern.

Oesterreichische Patente.

(Gesetz vom 15. August 1852.)

In Oesterreich verweigert man alle Patente auf Medikamente, Getränke und Nahrungsmittel.

Die längste Dauer eines Oesterreichischen Patents beträgt 15 Jahre und die Taxe 700 Gulden für die ganze Dauer, und 100 Gulden für die 5 ersten Jahre. Ausser dieser Taxe ist der Erfinder verpflichtet, für jedes Verfahren, das sich auf die Chemie oder Heilkunde bezieht, eine besondere Taxe von 12 Gulden für die Prüfung zu bezahlen. Ueberdiess ist noch jeder Erfinder der Einkommensteuer und Handelssteuer unterworfen, deren Quote jedes Jahr festgeseszt wird und veränderlich ist. Für das Patent ist nöthig: die Specification in deutscher Sprache und die nöthigen Zeichnungen oder Muster, die officielle Copie des ausländischen Patents, wenn ein solches vor dem Ansuchen um ein Oesterreichisches Patent bestanden hatte, und eine notarielle Vollmacht. Man kann Geheimhaltung der Erfindung verlangen, oder die Veröffentlichung gestatten, wie man will.

Die Betreibung muss in dem Jahre der Ausfertigung des Patents stattfinden; jedoch gewährt die Regierung gern Erleichterungen und Verlängerungen für den Beginn der Ausbeutung.

Holländische Patente.

(Gesetz vom 25. Januar 1817.)

Jedermann kann in Holland für eine Erfindung, die im Lande nicht bekannt ist, ein Patent verlangen. Das Patent gehört dem, welcher es zuerst verlangte. Die Schriftstücke müssen in doppelter Ausfertigung vorgelegt werden, eben so wie die Zeichnungen. Die Regierung bestimmt selbst die Dauer, welche für das Patent genehmigt wird; diese Dauer beträgt zwischen fünf und fünfzehn Jahren, die Taxe wird ebenfalls von der Regierung zwischen 200 und 700 Gulden festgesetzt.

Aber gewöhnlich werden für:

die Patente von fünf Jahren bis 150 Gulden;

die Patente von zehn Jahren bis 300 Gulden;

die Patente von fünfzehn Jahren bis 600 Gulden

bezahlt.

Diese Taxe bezahlt man erst ungefähr ein Jahr nach der Vorlage des Patents, und die Ausbeutung muss in den zwei folgenden Jahren nach der Concessions-Ertheilung statthaben.

Es ist einem Erfindungs-Patentträger in Holland verboten, sich nachher in irgend einem anderen Lande patentiren zu lassen.

Spanische Patente.

(Gesetz vom 27. März 1826.)

Die Spanischen oder fremden Erfinder können Patente von fünf, zehn oder fünfzehn Jahren, vermittelst Erlegung von 275, 810 oder 1620 Franken erhalten. Das Patent von fünf Jahren kann vor seinem Erlöschen bis auf zehn Jahre verlängert werden.

Wer eine Erfindung einführt, kann nur ein Patent von fünf Jahren verlangen, das nicht verlängert werden kann, und dessen Preis 810 Franken beträgt.

Die Patente werden ohne Prüfung auf das einfache Ansuchen hin ertheilt, wenn sie nicht einen der Gegenstände betreffen, von welchen die Regierung sich das Monopol vorbehalten hat. Das Gesuch muss in Spanischer Sprache gestellt werden, von den nöthigen Zeichnungen begleitet sein und die unterscheidenden Merkmale der Erfindung in Claims (so wie man sie für sich beansprucht) am Ende des Memoirs enthalten. Man muss es in demselben Jahre ausbeuten; aber wenn es nöthig ist, ertheilt die Regierung gerne Verlängerungen für diese Ausbeutung.

Preussische Patente.

(Gesetz vom 14. October 1815.)

Die Preussen können allein in diesem Lande patentirt werden; auch werden die Patente auf den Namen

eines Preussen genommen, welcher dem Erfinder eine Eigenthums-Erklärung ausstellt.

Die Gesuche werden geprüft und meistentheils verworfen; immer begründet jedoch die Regierung ihre Verweigerung. Die Ausbeutung muss innerhalb 6 Monaten nach der Concession stattfinden und nachgewiesen werden.

Die Dauer des Patents wechselt zwischen sechs bis fünfzehn Jahren, die Patente sind blos einem Honorar an die Prüfungsmitglieder, und den Stempeltaxen und Eintraggebühren unterworfen; sie haben keine eigentliche Taxe; nur müssen die Patentirten die Fabrikationssteuern bezahlen.

Wir rathen den Erfindern, keine Preussische Patente zu verlangen, ausser gewissen Ausnahmsfällen, wo man das Ansuchen wagen kann.

Russische Patente.

(Gesetz vom 22. November 1853 und vom 23. Oktober 1840.)

Das Patent wird nach vorgängiger Prüfung ertheilt. Für jene, welche den Gegenstand einführen, ist die längste Dauer sechs Jahre, und die Taxe 360 Silberrubel (1440 Franken). Für die Erfinder kann die Dauer des Patents zehn Jahre betragen; die Taxe ist 90 Silberrubel (360 Franken) für drei Jahre; 150 Rubel (600 Franken) für fünf Jahre und 450 Rubel (1800 Franken) für zehn Jahre.

Das Gesuch muss eine Bitte an den Minister der Manufakturen und des auswärtigen Handels, die Anweisung zur Erlegung der Taxe, die deutliche und concise Beschreibung der Erfindung in russischer Sprache und sehr detaillirte Zeichnungen enthalten. Eine notarielle Vollmacht muss den Schriftstücken beigegeben sein.

Im Falle das Patent verweigert wird, erstattet die Regierung die Taxe zurück.

Die Erfindung muss in dem ersten Viertel der Zeit, welche die Dauer des Privilegiums bildet, ausgebeutet werden.

Schwedische Patente.

(Gesetz vom 19. August 1856.)

Es gibt dort keine Patente von Wichtigkeit. Der Erfinder allein kann in Schweden ein Patent nehmen, und die Regierung bestimmt die Dauer des Patents, welche immer zwischen drei und fünfzehn Jahren festgesetzt wird.

Die Oeffentlichkeit der Erfindung hindert nicht, dem Erfinder ein Patent zu ertheilen, welches er innerhalb zweier Jahre nach seinem Gesuche ausbeuten muss.

Es gibt keine eigentliche Taxe; aber das Patent muss auf Kosten des Erfinders zu drei verschiedenen Malen in den officiellen Journalen veröffentlicht werden, und die Kanzleitaxen werden erhoben.

Der Erfinder muss in Schweden beständig durch einen besonderen Bevollmächtigten vertreten sein, welcher zur Disposition der Regierung bleibt und alle Anfragen zu beantworten hat.

Patente in Baiern, Sachsen, Würtemberg, Hannover, Portugal u. s. w.

Wir schliessen mit einer Aufzählung der wichtigsten Bedingungen der anderen Länder.

Baiern. — Die Patente dauern fünfzehn Jahre; die Ausführung muss im Laufe des Jahres stattfinden. Man braucht dieselben Schriftstücke wie in Oesterreich. Die Taxe beträgt 350 Gulden für fünfzehn Jahre. Die Patente werden einer vorgängigen Prüfung unterzogen.

Sachsen. — Die Patente werden auf fünf, zehn oder fünfzehn Jahre ausgestellt. Die Taxe beträgt 20 bis

50 Thaler, und das Patent wird vorher geprüft. Die Betreibung des Patentes muss im Laufe des Jahres statt finden.

Würtemberg. — Die Patente dauern höchstens zehn Jahre, die Regierung bestimmt ihre Dauer. Die Patenttaxe beträgt 5 bis 20 Gulden per Jahr, ausser den jährlichen Auflagen, die man sich zu zahlen verpflichten muss. — Die Ausbeutung muss innerhalb zweier Jahre stattfinden.

Hannover. — Das Patent wird vorher geprüft und kann auf zehn Jahre ertheilt werden, es muss innerhalb sechs Monaten nach der Concession betrieben werden.

Portugal. — Die Patente werden daselbst auf fünf oder zehn Jahre ertheilt. Die Formalitäten, um sie zu erhalten, sind misslich und zahlreich.

Zum Schluss bemerken wir noch, dass wenn wir verschiedene Länder, wie Brasilien, den Kirchenstaat, das Königreich beider Sicilien, Hessenkassel, das Grossherzogthum Baden, Waldeck etc. nicht aufführten, die Ursache darin liegt, dass der beschränkte Rahmen dieser Arbeit uns nicht erlaubt, in grössere Details einzugehen, und dass wir natürlicherweise jene Länder übergehen mussten, in welchen man die wenigsten Patente nimmt.

Wir zählen darauf, nächstens ein Werk erscheinen zu lassen, welches sich speciell über diesen Gegenstand beschäftigen, alle Fragen gründlich behandeln, und die kleinsten Details über die Praxis, die Formalitäten und die Gebräuche der verschiedenen Länder, wo man Patente nehmen kann, enthalten wird. Immerhin ist es trotz der Aufschlüsse, die man geben kann, meistentheils nicht möglich, einen Bevollmächtigten oder Repräsentanten zu entbehren. In diesem Falle ist es nöthig, jene Männer von Ehre, welche sich speciell mit den Erfindungs-Patenten beschäftigen, um Rath zu fragen. Wir unsern

Theils werden uns immer glücklich schätzen, die Erfinder und die Stellvertreter der Patentnehmer mit unserem Rath zu unterstützen.*)

Capitel IX.

Untersuchungen und Besprechungen der in dem Gebiete der Technologie bereits gemachten und noch zu machenden Fortschritte.

Explosion der Dampfkessel.

Manometer von **Bourdon.**

I.

Eine der wichtigsten Beschäftigungen der Industriellen, welche sich des Dampfes als bewegender Kraft bedienen, bestehet darin, sich gegen die Unglücksfälle

---

*) Diejenigen Herren, welche ihre Erfindungen in Frankreich bekannt machen, daselbst Patente nehmen oder sie dort verkaufen wollen, können sich zu diesem Zweck unmittelbar an Herrn Emil With in Paris wenden.

zu schützen, welche dieses Fluidum veranlassen kann, indem es entweder den Dampfkessel zerreisst, oder die Metall- und Eisenstücke weit umher schleudert und die Gebäude zerstört, in welchen die Maschinen sich befinden. Man schreibt diese zerstörenden Wirkungen einem Uebermaass des Dampfdrucks zu, und sucht in der Anwendung unfehlbarer Mechanismen das Mittel, die Wiederkehr dieser Unglücksfälle zu verhüten. Wenn das Metall des Dampfkessels in Folge des vollständigen Sinkens des Wasserspiegels zum Glühen kommt, und wenn sodann das Wasser ohne Maass und Ziel eingelassen und in unmittelbare Berührung mit den glühenden Oberflächen kommt, so wird die Dampfentwicklung ungeheuer, fast plötzlich, und hat immer die Explosion zur Folge. — Auf der andern Seite werden die Fehler in der Einrichtung der Ventile, oder ihre momentane zu grosse Belastung, die schlechte Beschaffenheit des Metalls, die unzureichende Dicke, die Constructionsfehler in den Beschlägen als bestimmende Ursachen betrachtet, welche in dem Gleichgewichtsmangel zwischen der Expansivkraft des Dampfes und dem Widerstande des Kessels zusammengefasst werden.

Wir wollen diese wichtige Frage von dem doppelten Gesichtspunkte, der Verminderung des Wasservolumens und der unrichtigen Angabe des Drucks aus, betrachten.

II.

Um sich von dem Sinken des Wasserniveaus unter den niedrigsten Wasserstand, welches die auf der äusseren Wand angegebene Grenzlinie ist, zu überzeugen, darf man nur einen Hahnen öffnen, welcher gerade am niedersten Wasserstand angebracht ist; zwei andere Hahnen befinden sich der eine ein wenig oberhalb und der andere ein wenig unterhalb dieser Linie.

Zur Vervollständigung dieses Systems fügt man noch als Wasserstandszeiger eine Glasröhre hinzu, in welche

man das Wasser an dem einen und den Dampf an dem anderen Ende eintreten lässt. Diese Arbeit erfordert Zeit und macht sich nicht von selbst. Ausserdem können sich die Hähne verstopfen und die Glasröhre kann zerbrechen. Man hat desshalb auf das Wasser einen Schwimmer oder schwimmenden Körper gesetzt, welcher mit einer Stange versehen ist, welche durch den Dampfkessel hindurchgeht; aber diese Stange muss sich natürlich bewegen können: mit ihrem Schwimmer hinabgleiten, wenn das Wasser sinkt, und steigen, wenn der Dampfkessel mit einer neuen Flüssigkeitsmenge gespeist wird. Aber wie es einrichten, dass diese Stange hindurchgehen kann? Durch eine zu weite Oeffnung strömt der Dampf aus, durch eine zu enge Oeffnung kann die Stange nicht frei gleiten, und muss sodann falsche Anzeigen geben.

Um diesen Uebelständen zu steuern, gibt es nur ein Mittel; dieses besteht darin, den Dampfkessel hermetisch zu schliessen und äusserlich sichtbar zu machen, was im Innern vorgeht, indem man mit einem Schlage das Schmieren, die Stopfbüchsen und alle mechanische Transmission hinwegnimmt. Zu diesem Zwecke umgibt man die Stange des Schwimmers mit einem gusseisernen Cylinder, auf welchem sich ein Gehäuse von Kupfer befindet und welcher auf den Dampfkessel aufgeschraubt oder aufgenietet ist. Das oberste Ende dieser Stange ist mit einem Magnet versehen; eine von jeder Unterlage isolirte und ganz freie Nadel, welche jedoch von dem Magneten angezogen wird, bewegt sich auf der äusseren Wand des Gehäuses, welches mit einer Skale versehen ist, deren Nullpunkt das normale Niveau des Wassers ist. Am obersten Ende des kupfernen Gehäuses befindet sich eine Lärmpfeife, welche vermittelst eines sehr sinnreichen Mechanismus jedes mal das Zeichen gibt, wenn der Magnet an den äussersten Grenzen seines Laufs angekommen ist. Diese Erfindung wurde durch den Mechaniker Pinet zu Rouen gemacht.

III.

Das zweite Präventivsystem besteht aus den Manometern. Ich habe diese Instrumente in meinem Handbuch des Eisenbahnbaues beschrieben. Es sind die Manometer an freier Luft, die bei komprimirter Luft, die Thermomanometer, die Cautchouc-Manometer und endlich die Metall-Manometer.

Alle diese Instrumente haben Fehler. Die Manometer an freier Luft sind unbrauchbar, wenn der Druck hoch ist, denn man braucht eine Röhre von einer Länge gleich 0 m 76 mal der Anzahl der Atmosphärendrücke. — In den Manometern mit gepresster Luft setzt das Quecksilber ein Oxydhäutchen an der Glasröhre ab, welche dadurch trüb wird. — Die Thermomanometer oder in den Dampfkessel gesenkten Thermometer geben sehr langsame und oft unrichtige Anzeigen, wenn man die Thermometerkugel in eine Kapsel einzuschliessen versäumt, denn alsdann wird diese Kugel von dem hohen Druck zusammengedrückt und bringt das Quecksilber zum ungebührlichen Steigen. — Was man gewöhnlich den Zifferblatt-Manometern vorwirft, ist, dass der Zeiger, wenn die Maschine in Ruhe ist, nicht auf den Ausgangspunkt zurückkehrt, dass er einen horror vor dem Null hat.

Ich habe eine Art von Untersuchung über diesen Gegenstand bei unseren ersten Ingenieuren angestellt. Es geht daraus hervor, dass der von Bourdon, Mechanikus zu Paris, erfundene Metallmanometer alle Bedingungen eines täglichen Dienstes am Besten erfüllt und das ist das Wesentlichste.

Dieses Instrument besteht aus einer dünnen Röhre von Messing mit elliptischem Querschnitt, welche in Spiralform gedreht ist; an einem Ende lässt man den Dampf eintreten, welcher sie aufdreht; das andere Ende, welches natürlich geschlossen ist, folgt dieser Bewegung und zeigt den Druck vermittelst eines Zeigers auf einem Zifferblatt an. Die Skale oder Gradeintheilung wird ver-

mittelst einer hydraulischen Presse vorgenommen. Man wendet das Bourdon'sche Manometer als Verifikationsapparat der auf den Dampfkesseln schon angebrachten Manometer und als Probir-Instrument an.

Da das Bourdon'sche Manometer in Bezug auf Fabrikation nichts zu wünschen übrig lässt, namentlich seitdem die Röhre zum Schutz gegen Risse in eine andere Röhre eingeschlossen ist, so können die Ursachen von einem Mangel an Genauigkeit nur in der Abnutzung der Transmissionsorgane der Bewegung der Röhre, oder in der Veränderung des Metalls durch die Ausdehnungskräfte gesucht werden. Diese Mängel hinwegzuschaffen wäre eine Aufgabe, über deren Lösung man nachdenken sollte. Ich empfehle sie desshalb erfinderischen Köpfen.

Explosion und Beleuchtung der Minen. Brunnenmacher.

I.

Seit einiger Zeit hat man die Gewohnheit angenommen, auf einem Blatte Papier vermittelst Linien alle Variationen und alle Fluktuationen darzustellen, welche durch Ziffer ausgedrückt werden können: Veränderungen der Temperatur, Einnahmen der Eisenbahnen, barometrische Höhen, Geschwindigkeit und Arbeit der Maschinen, Geburten, Ueberschwemmungen und endlich alle statistischen Elemente, geben Veranlassung zu einem Diagramm.

Auf einer horizontalen Linie bezeichnet man gleich weit von einander entfernte Punkte, auf diesen Punkten errichtet man senkrechte Linien; wir wollen dreissig Punkte für die dreissig Tage des Monats annehmen; auf diesen senkrechten Linien trägt man vermittelst eines Maassstabs die Längen auf, die den Zahlen entsprechen,

welche die Wärmegrade bezeichnen; man vereinigt diese Punkte durch eine gebrochene Linie und hat das Diagramm der Temperatur in einem gewissen Monat. Wenn man diese Operation zehn Jahre lang alle Monate wiederholt, wenn man die Diagramme aufeinander legt und sie colorirt, um Verwechslung zu vermeiden, so erhält man in einem kleinen Raum die Thermometer-Anzeiger für die angegebene Periode.

Es würde ein wahrer Schatz sein, wenn man eine Sammlung ähnlicher Diagramme besässe, welche auf die Erfahrungswissenschaften und die sociale Oeconomie Bezug hätten; wenn man diese Diagramme aufeinanderlegt, so findet man gewiss überraschende Uebereinstimmungen. Man mache diesen Versuch mit den Diagrammen der Sterblichkeit der Menschen und Thiere, mit der Erzeugung und Verzehrung der Nahrungsmittel, mit den Diagrammen über den Gang der Epidemien; und man wird Vergleichungspunkte finden, aus welchen man ernsthafte Schlüsse für den öffentlichen Gesundheitszustand ziehen kann. Alle diese Notizen sind vorhanden, nur sind sie zerstreut; man sollte sie sammeln, eintheilen, auf die Zeichnungen übertragen, und die Aufgabe wäre gelöst.

Es ist überflüssig, die praktische Nützlichkeit dieser Arbeit weiter auseinander zu setzen; es gibt keine einzige Spekulation, welche nicht auf Vergleichungen und vorgängigen Betrachtungen beruht, welche in die Diagrammen mit aller mathematischen Genauigkeit eingetragen werden können.

II.

Eine der merkwürdigsten Anwendungen dieser Diagramme wurde von einem der Professoren an der Universität zu Cambridge gemacht; Hr. Dobson hat seit einer gewissen Anzahl Jahre die Explosionen aufgezeichnet, welche in den Englischen Minen stattgefunden haben, und hat diese Unglücksfälle in ein Diagramm übertragen;

auf gleiche Weise verfuhr er mit den meteorologischen Erscheinungen. Und nun bildet der Zickzack der Explosionen dieselbe Figur, wie die Rotationsbewegungen der Stürme, oder mit anderen Worten: die Minen-Explosionen finden statt, wenn der Barometer niedrig steht. Dieser Ausspruch bedarf einiger Erklärung. Die Ursache, welche diese Explosionen veranlasst, ist immer dieselbe: es ist dieses das Annähern eines Lichtes an das Grubengas. Die Unvorsichtigkeit der Minenarbeiter ist natürlich unabhängig von dem atmosphärischen Drucke, und auch dieses ist noch eine Frage: man begeht während einer Zeit, welche zur Traurigkeit, zum Lebens-Ueberdruss stimmt, Handlungen der Unvorsichtigkeit, welche man gewiss bei einer schönen Frühlingssonne nicht begehen würde.

Aber wir wollen nicht vorgreifen, wir wollen dem Englischen Gelehrten in seinen Untersuchungen folgen. Man weiss, dass das brennbare Gas, der Kohlenwasserstoff, in den Steinkohlenminen aus unzähligen Sprüngen dieses zerklüfteten vegetabilischen Fossils ausströmt. Da das gewöhnliche Gleichgewicht zwischen dem mephitischen Gas und der athembaren Luft durch die Wirkungen der Ventilationsapparate erhalten wird, so sieht man, dass jede Schwankung in der Barometerhöhe dieses empfindliche Gleichgewicht der beiden entgegengesetzten Kräfte zu stören im Stande ist. Wenn der äussere Druck schnell abnimmt, so wird das Entweichen des Gases beträchtlich und nimmt in den Minengängen Stellen ein, welche kurze Zeit vorher keine Gefahr darboten. Natürlicher Weise muss die Luft entzündlich sein und entzündet werden, wenn eine Explosion stattfinden soll.

In den Monaten Juni und Juli sind die Explosionen am häufigsten; im Monat September, wenn die diagrammatische Curve des Barometers steigt, werden diese Unglücksfälle seltener. Dieses wäre bis jetzt die Schlussfolgerung, welche aus diesen Diagrammen gezogen werden kann.

Man hat Vergleichungen mit dem Thermometer oder mit der Temperatur angestellt, welcher man einen mehr unmittelbaren Einfluss auf das Eindringen des Gases zuschreibt. Die obige Theorie ist bestritten und nach anderen Beobachtungen wurde der Einfluss der Atmosphäre, welcher gegenwärtig eine so grosse Rolle spielt, für Null erklärt.

Die Barometer-Versuche beschränken sich jetzt blos auf England. Hr. Dobson ist aber gegenwärtig bemüht, seiner ersten Arbeit, welche er der brittischen Gesellschaft für die Beförderung der Wissenschaften vorlegte, alle nöthige Ausdehnung zu geben.

Wenn man diese Beobachtungen auf alle Länder ausdehnt, wird man zu einem genauen Schluss gelangen, welcher wirksame Mittel zum Schutz des Lebens der Minenarbeiter anzuwenden gestatten wird.

Um dem Gesuche zu entsprechen, welches der gelehrte Professor von Cambridge an mich gerichtet hat, seine ursprünglichen Diagramme mit ihm weiter ausdehnen zu wollen, habe ich die Ehre, an alle jene Herren, welche diese Frage interessirt, die Bitte zu stellen, uns alle Erfahrungen, welche sie über diesen wichtigen Gegenstand sammeln konnten, mittheilen zu wollen. Ueberall, wo es Kohlenminen gibt, finden unglücklicher Weise Explosionen statt; aber es befinden sich daselbst auch Bücher, in welche man täglich den Zustand der Atmosphäre, so wie alle Umstände einträgt, welche uns zur Aufstellung einer vollkommenen Uebersicht dienlich sein können.

III.

Zur Vervollständigung dessen, was über die mechanischen Ursachen der Explosion des Grubengases gesagt wurde, wollen wir einige Erklärungen über seine chemische Wirkung beifügen.

Die Vermischung von 4,5 Prozent Kohlenwasserstoff mit der Luft bildet das Grubengas oder die explodirende

Mischung, welche sich entzündet, wenn sie mit einem brennenden Körper in Berührung kommt. Es entsteht alsdann Wasserbildung, die Temperatur, bei welcher die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Wasserstoff zur Wassererzeugung stattfindet, ist bedeutend über 100 Grad. Das Wasser verwandelt sich alsdann in Dampf. Nun weiss man, dass ein Volumen Wasser 1700 Volumen Dampf und eine noch grössere Zahl erzeugt, wenn die Temperatur, wie in dem vorliegenden Falle, höher als 100 Grade ist. Diese ungeheure Menge Wasserdampf zerschmettert alles, was ihm widersteht, und kondensirt sich sodann sogleich; ein leerer Raum entsteht in dem ganzen von dem Dampf eingenommenen Raum, und die Luft stürzt sich mit Gewalt hinein.

Das Getöse der Detonation rührt von zwei Ursachen her: erstens schlägt der Dampf bei seiner plötzlichen Bildung mit Heftigkeit an die Luft; zweitens kömmt bei dem Entstehen des leeren Raumes die Luft mit nicht geringerer Gewalt zurück, nimmt die Stelle, welche sie inne hatte, wieder ein, und erzeugt einen zweiten Schlag. Diese beiden Schläge finden nicht gleichzeitig statt, aber sie liegen einander nahe genug, dass unser Ohr nur einen einzigen Ton bemerkt.

IV.

Die gegenwärtige Beleuchtung der Minen ist die Ursache dieser fürchterlichen Explosionen, welche immer noch zu häufig vorkommen, als dass uns die Aufzählung derselben nicht mit Recht in Schrecken setzen sollte.

Wir wollen daher keine Gelegenheit versäumen, die Versuche anzuführen, welche in der edlen Absicht angestellt wurden, das Leben dieser armen Minenarbeiter zu schützen, die uns so nützliche Dienste thun, welche wir gewiss nicht genug würdigen.

Die ersten Mineure schützten sich vor den schlagenden Wettern, indem sie im Laufe der Montagsarbeit das

Gas anzündeten, welches sich Sonntags gebildet hatte; sie beleuchteten hierauf, wie es noch heut zu Tage die Chinesen machen, durch Funken, die man mit Eisen auf einem Schleifstein erzeugt, oder durch glühende Kohlen, die man im Kreise herum bewegt. Später erfand man die Sicherheitslampe, und fügte die natürliche und mechanische Lufterneuerung hinzu: die natürliche, wenn man ein Feuer im obern Ende eines Schachtes unterhält, um die untere Luft anzusaugen; — die mechanische, wenn man Ventilatoren anwendet. Aber weder das Feuer noch die Ventilatoren gehen während des Sonntags, und so erklären sich die Explosionen, welche während des Montags stattfinden, was übrigens durch die Statistik der Minenunfälle bewiesen ist.

Trotz der Sicherheitslampe von Davy, — man weiss, dass diese Erfindung darin besteht, die Flamme mit einem Metallnetz zu umgeben, — trotz dieser Sicherheitsmaassregel finden Explosionen statt, weil die Arbeiter die Unvorsichtigkeit begehen, ihre Lampen aus den geringfügigsten Ursachen zu öffnen, und doch handelt es sich um ihr Leben. Um dem ein Ende zu machen, hat man die Idee gefasst, alle Lampen, welche zu einem Betrieb gehören, mit einem sehr complizirten und sehr theuren Schlüssel zu verschliessen. Dieser Schlüssel, welchen die Arbeiter sich wegen seines hohen Preises nicht verschaffen können, bleibt immer in den Händen des Lampen-Anzünders.

Man hat noch einen andern Mechanismus ersonnen, welcher den Docht in's Oel zurückzieht, sobald man die Lampe zu öffnen sucht. Uebrigens zeigt diese Lampe erst das Vorhandensein des Grubengases an, wenn die Mischung bis zu 5,5 Prozent Kohlenwasserstoffgas enthält.

Man hat auch längs der Minengänge einen Leitdraht angelegt, welcher mit Zünder versehen ist, die vermittelst des elektrischen Funkens angezündet, das Grubengas verbrennen.

V.

Alle diese Verbesserungen sind nur Palliativmittel. Das wirksame absolute Mittel findet sich in dem Uebel selbst: da man die Minen beleuchten muss, nun wohlan, so diene das Grubengas als Leuchtgas. — Diese Aufgabe wurde auf die glücklichste Weise durch einen Eigenthümer von Steinkohlengruben in Belgien gelöst, welcher einen Lüftungsapparat konstruiren liess, der dazu bestimmt ist, das Grubengas zu sammeln und nutzbar zu machen; dieses Gas steigt in einem Kamin in die Höhe, indem es wegen seiner spezifischen Leichtigkeit über die Schichten der atmosphärischen Luft hinwegstreicht und tritt in einen Gasometer, von wo es wie gewöhnliches Gas vertheilt wird.

Dieses ist in wenig Worten der Grundsatz dieser neuen Entdeckung, welche, wenn sie gelingt, zwei Vortheile gewährt: die Explosionen zu vermeiden und mit sehr wenig Kosten die Strassen dieser kleinen unterirdischen Stadt zu beleuchten, die man die Gallerien einer Steinkohlengrube nennt.

Auch dieses wäre wieder ein Beweis, dass die Einfachheit der höchste Grad von Vervollkommnung ist, auf welche die Vernunft schon längst hätte führen sollen: das Gas, welches die Detonationen erzeugt, ist schädlich, man nehme es daher hinweg und verwende es auf nützliche Weise.

Um dahin zu gelangen, welche Combinationen, welche Umwege hat man nicht seit Jahrhunderten zurücklegen müssen?

Wie gesagt: die neue Beleuchtungsweise scheint in Belgien zu gelingen. Es sind schon Röhren gelegt und man zündet regelmässig ein Dutzend Brenner an. — Möge man sich nur beeilen, diese Versuche zu beendigen, möge man alle Mittel anwenden sie gelingen zu machen, und mögen wir nie mehr von diesen furchtbaren Katastrophen unterirdischer Feuer sprechen hören.

VI.

Das Graben der gewöhnlichen Brunnen ist eine einfache Arbeit und dennoch ist sie nicht ohne Gefahr. Das Bild der Leiden, welchen die unglücklichen Brunnenmacher kürzlich in zusammengestürzten Brunnen ausgesetzt waren, steht noch vor unseren Augen. Wir müssen allen jenen Leuten Dank sagen, deren Bestrebungen den Zweck haben, die Gefahren dieses Verfahrens zu vermindern. Doré Sohn, Professor der öffentlichen unentgeldlichen Vorlesungen über angewandte Physik und Chemie, welche speciell für die Arbeiter des 12ten Arrondissements von Paris bestimmt sind, trägt nebst seinem gewöhnlichen Eifer hiezu sein Contingent durch seine Instruktionen für die Brunnenarbeiter bei, in welchen er die Ursachen des Scheintods, die Mittel, ihre Natur zu erkennen und sie zu zerstören, und die erste Hülfe angibt, welche man den Scheintodten unter diesen Umständen leisten muss.

An jene muthigen Arbeiter, welche alle Tage beim Graben und Herstellen der Brunnen der Gefahr ausgesetzt sind, ihr Leben zu verlieren, richtet der Verfasser folgende Worte: Möchte überall, wo die Hülfe der Wissenschaft die Anzahl der Opfer vermindern könnte, mein schwacher Rath Gehör finden, sagt er, und möchte ich das Glück haben, einer Familie ihren Vater, diese materielle und moralische Stütze, welche nichts ersetzen kann; einer jungen Frau denjenigen, an welchen sie kürzlich ihr Schicksal geknüpft hat; einer Mutter ihren geliebten Sohn, der Menschheit ihre Kinder erhalten zu können.

Der Tod kann die Brunnenmacher treffen, wenn die Luft eines Brunnens das Athmen entweder aus natürlichen oder zufälligen Ursachen nicht mehr unterhält; in diesem Falle wird die athembare Luft durch Kohlensäure ersetzt, welche entweder durch die Respiration des Menschen auf dem Boden des Brunnens oder durch das Entweichen des Gases aus den Spalten des Bodens, oder auch durch die Verbrennung erzeugt wird. Unabhängig von der

Kohlensäure können noch andere giftige Gase durch die Zersetzung vegetabilischer oder animalischer Bestandtheile entstehen, wenn dieselben mit selenitischem Wasser (welches Gyps in Auflösung enthält), in Berührung kommen.

Um zu vermeiden, dass das Wasser eines Brunnens nicht einmal völlig ungeniessbar, oder dass der Brunnen zum Grabe für den Arbeiter wird, gibt Doré den Rath, regelmässige Untersuchungen und Herstellungen zu bestimmten Epochen anzuordnen; aber bis diese Maassregel obligatorisch gemacht werden wird, macht er einstweilen auf die desinfizirende Eigenschaft der Kohle aufmerksam, welche in diesem Falle kostbar ist. Ehe man dem Arbeiter in einen Brunnen zu steigen erlaubt, lässt man ein mit glühenden Kohlen gefülltes Gefäss hinab; wenn die Luft verdorben ist, hören die Kohlen zu glühen auf; während sie auslöschen und erkalten, füllen sich ihre Poren mit den giftigen Gasen. Nach einiger Zeit zieht man das Gefäss wieder herauf; zündet die Kohlen wieder an und diese Gase entweichen in die freie Luft.*)

Bauführer des Brücken- und Strassenbaues.

Das specielle Journal ist heutzutage ein fast unerlässlicher Stützpunkt für alle öffentliche Industrieen und Manufakturen, es ist daher natürlich, dass die Bauführer des Brücken- und Strassenbaues, deren Zahl sich in Frankreich auf beinahe 4000 beläuft, und welche die unmittelbare Leitung aller gemeinnützlichen Werke unter sich haben, nicht hinter dieser intellektuellen Bewegung

*) Ein sehr einfaches Mittel besteht darin, einen offenen Regenschirm umgekehrt in den Brunnen hinabzulassen und durch mehrmaliges Auf- und Nieder-Bewegen die unten befindliche schwere Kohlensäure mit der atmosphärischen Luft zu mischen und so unschädlich zu machen.

zurückzubleiben suchten; sie haben sich seit Kurzem in der praktischen Wissenschaft und der Literatur durch ein eigenes Organ vertreten lassen, welches den Titel führt: Die Annalen der Bauführer der Brücken und Strassen. Bei Paul Dupont, Paris. Dieselben erscheinen einmal monatlich und bilden eine vollständige Sammlung der Memoiren, Documente und officiellen Akten, welche den Dienst dieser Leute betreffen.

Diese Annalen erscheinen in Form von Heften, davon jedes in zwei genau geschiedene Theile zerfällt: den des Baues und den der Verwaltung, oder mit anderen Worten: die Kunstbauten und die Vorschriften.

Unter der Aufschrift Kunstbauten ist eine korrecte und genaue Auseinandersetzung der Untersuchung der Bau-Materialien mitgetheilt, welche ein vollständiges Buch bildet, das die Ingenieure und Baumeister nicht ohne Nutzen zu Rathe ziehen, und dessen Werth sie jedes Mal erkennen werden, wenn ihre theoretischen Kenntnisse auf dem Terrain Anwendung finden sollen. Es ist von einer Beschreibung der vorzüglichsten Bauwerke und einem kurzen Rechenschaftsbericht aller neuer Veröffentlichungen über Bauconstruktionen begleitet. Diese bibliographische Uebersicht umfasst nicht allein die französischen und fremden Werke, sondern auch die Journale.

II.

Die Bauführer der Brücken und Strassen leisten dem Staate und den Gesellschaften nützliche Dienste; sie könnten sie auch der Privat-Industrie leisten, wenn sie eine Idee verwirklichen würde, welche schon längere Zeit im Keimen begriffen ist, und welche, um Früchte zu tragen, nur die Gelegenheit erwartet: es handelt sich um die Aufstellung von Preislisten der Taglöhne der Arbeiter. Das bedarf natürlich einer Erklärung.

Man weiss, dass alle Produkte des Ackerbaues, wie fast alle Waaren, mit ihren laufenden Preisen in den Veröffentlichungen, welche mercuriales (Preislisten) heissen,

verzeichnet, und sowohl von den Pariser Journalen, als auch den Departements-Journalen in Frankreich mitgetheilt werden. Diese Preislisten dienen den Handeltreibenden als Leitfaden, um ihre Waaren an die Orte zu bringen, wo sie fehlen, und stellen durch Verminderung des Quantums auf den überführten Märkten auf diese Art ein Gleichgewicht zwischen dem Verkaufe und der Nachfrage her.

Diese Preislisten enthalten: Die Seifen, die Oele, die Spirituosen, den Zucker, die Getreidefrüchte, die Mehlsorten, die Fleischsorten und endlich alle jene Gegenstände, welche zu unseren täglichen Ausgaben Veranlassung geben. Von einem einzigen Gegenstande, dem ersten unter allen, der Hauptgrundlage aller anderen Preise, wird der Werth nicht ermittelt; dieser Gegenstand, welcher an einem Orte, wo er keine Nachfrage findet, angehäuft, Elend erzeugen kann; welcher da, wo er nicht geliefert wird, das Land unbebaut, die Ernten auf dem Halme, die Bauten unvollendet lässt; dieser Gegenstand, man wird es errathen, ist der Taglohn der Arbeiter.

Um den Preis dieser Taglöhne zu reguliren, oder mit anderen Worten, um die Arbeiter selbst zu veranlassen, die Orte zu verlassen, wo ihre Dienste nicht verlangt werden, und sich dahin zu begeben, wo es an Händen fehlt, gibt es ein einfaches Mittel: es besteht darin, eine Preisliste der Arbeiter einzurichten, von jener der Erdarbeiter, der Schnitter, der Maurer, der Minenarbeiter an bis zu jener der Zimmerleute, der Schmiede, und endlich aller Professionen. Die Preislisten müssten sich in allen Blättern der Hauptorte der Präfecturen vorfinden und von den Pariser Journalen zusammengefasst werden, welche ebenfalls die Preisliste der Taglöhne in der Weise aufnehmen würden, wie solches für die Architekten der Stadt gebräuchlich ist.

Die Journalisten könnten zu diesem Ziele gelangen, wenn sie sich untereinander, sowie mit den Ortsvorgesetzten, den Baumeistern, den Angestellten der Unternehmer, den Architekten und den Bauführern des Strassen- und

Brückenbaues ihrer Gegend verständigten; besonders mit den letzteren, welche die grossen Arbeiten überwachen, die alle Arten von Architekturen, Möbel- und Lebensmittellieferungs-Arbeiten in sich begreifen und welche die davon hergeleiteten Preise der Taglöhne der Arbeiter kennen.

Es wäre zu wünschen, dass diese Idee, welche summarisch in dem Journal „die Presse" angeregt wurde, durch alle öffentlichen Organe verbreitet würde.

Auf diese Weise könnte das Gleichgewicht zwischen der Arbeiterzahl und der Arbeit leicht in Wirklichkeit hergestellt werden. Die Eisenbahngesellschaften dürften nur Arbeiterzüge mit vermindertem Preis einrichten, die man auch Vergnügungszüge nennen könnte, und zwar von doppeltem Vergnügen für die Arbeiter, welche Arbeit fänden, und für die Eigenthümer und Unternehmer, deren Arbeiten unter den bestmöglichen Bedingungen ausgeführt würden; und da es, wie man glaubt, ein Vergnügen, zu reisen, ist, so könnten auch die Arbeiter dieses geniessen.

Neue Schubkarren.

I.

Herr Andraud, welcher seit langer Zeit durch seine Untersuchungen über die Anwendung der gepressten Luft auf die Bewegung auf den Eisenbahnen und jede andere Industrie bekannt ist, richtet seine Studien gegenwärtig auf ein anderes weniger erhabenes aber mehr praktisches Ziel: er vervollkommnet die Schubkarren.

In einer Schrift, die er kürzlich über diesen Gegenstand veröffentlichte, schreibt er nicht mehr Pascal die Erfindung dieses bescheidenen Fahrzeugs zu. — Wenn man übrigens sich nicht begnügt, zur Zeit Pascals die ersten Spuren dieser Entdeckung aufzufinden, muss man nothwendig bis auf die Römer zurückgehen. Dieses hat

Andraud gethan, und bezieht den curriculus una rota, kleinen Wagen mit einem Rade, von welchem Julius Cäsar spricht, auf den gewöhnlichen Schubkarren.

Um jeden Anspruch auf Priorität abzuschneiden, können wir versichern, dass die Chinesen seit undenklichen Zeiten sich des gewöhnlichen Schubkarrens bedienen; sie haben denselben sogar verbessert, indem sie ein Segel darauf anbringen, welches in den Gegenden, wo beständige Winde herrschen, die Bewegungen unterstützt.

Wenn alle Kanäle, alle Strassen, alle Wege und endlich alle öffentliche Arbeiten, die nicht aufhören, unsere Bewunderung zu erregen, so viel Geld gekostet haben, so rührt das einzig daher, weil man sie mit diesem armseligen gegenwärtigen Schubkarren ausführte, welcher wenig Arbeit liefert und den Arbeiter sehr ermüdet; denn fast die ganze Last drückt auf den Arm; es ist desshalb zweckmässig, seine Construktion nach den Angaben des Erfinders zu modificiren.

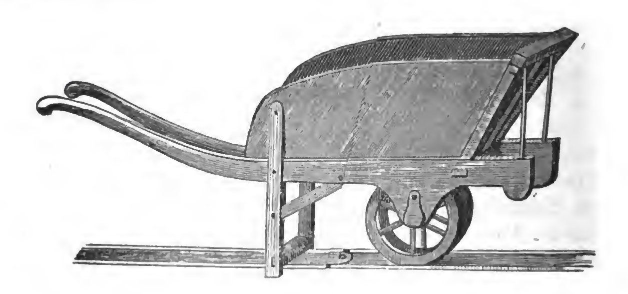
Da ich diese Schubkarren noch nicht in Bewegung gesehen habe, welche man mit Recht Schubkarren von Andraud nennen kann, was sehr ehrenvoll ist, da es auch einen Schubkarren von Pascal gibt, trotz den oben genannten Ansprüchen auf Priorität, — da ich sie noch nicht gesehen habe, so kann ich dieselben nur nach dem angezeigten Werkchen beschreiben.

Der gewöhnliche Schubkarren kann nur mit 33 Liter Erde beladen werden, und der Arbeiter schiebt ihn nur 30 Meter weit und kommt sodann leer zurück; über 100 Meter oder 3 Relaien nimmt man seine Zuflucht zu den Kippwagen, zu den Karren und zu den Erdwaggons, welche von Pferden oder Locomotiv-Maschinen auf provisorischen Schienenwegen gezogen werden; dieses ganze System, welches ein ungeheueres Material erfordert, wird durch den Schubkarren von Andraud über den Haufen geworfen, auf welchem 50 Liter für Entfernungen von 300 bis 400 Meter verladen werden. Mit einem sehr reducirten Material kann man daher eine grosse Anzahl

von Ateliers auf der ganzen Arbeits-Linie einrichten und die Arbeiten beträchtlich beschleunigen; aber der Hauptvortheil des neuen Schubkarrens besteht darin, dass man bei seiner leichten Handhabung in jedem Lande, in dem man sich befindet, unbeschäftigten Händen Arbeit verschaffen könnte. — Es ist jetzt Zeit, diese neue Erfindung zu beschreiben und in die Details einzugehen.

I.

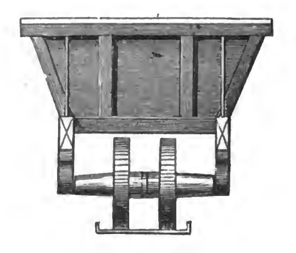
Andraud hat für seine Schubkarren verschiedene Muster aufgestellt, von denen folgende die hauptsächlichsten sind:



Schubkarren für Erdarbeiter.

Man sieht, dass dieser Schubkarren in seinem Bau dem gewöhnlichen Schubkarren vollkommen gleicht, ausgenommen, dass das eine Rad, welches vorn angebracht ist, durch ein doppeltes Rad, das unterhalb des Kastens ein wenig vor dem Schwerpunkt der Last befindlich ist, ersetzt wird; so, dass wenn die Brankarden in die Höhe gehoben werden, diese Last sich beinahe im Gleichgewicht befindet und nur leicht auf den Armen des Arbeiters ruht. — Dieses ist die ganze Ersparniss des

neuen Schubkarrens. — Man bemerkt sodann, dass das doppelte Rad, welches durch die hier folgende Zeichnung von vorn dargestellt ist, aus zwei von einander



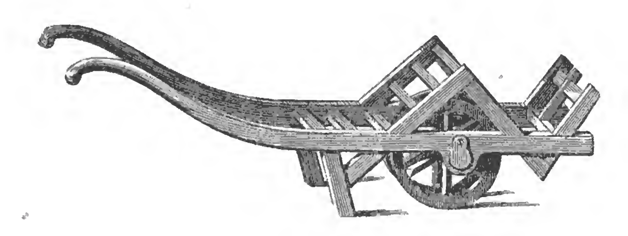
unabhängigen Rädern besteht, welche sich auf derselben Achse drehen, sehr nahe beisammen stehen und gewöhnlich auf einem Dielenweg laufen; jede Diele endigt auf der einen Seite durch einen auswärts gebogenen und auf der anderen Seite durch einen einwärts gebogenen kreisrunden Theil; die Dielen sind daher in einander gefügt; im Nothfalle kann man dieselben auch vermittelst Zapfen und Löcher, welche sich in der Mitte der sich vereinigenden Theile befinden, befestigen.



Schubkarren für Strassenwärter.

Dieser Schubkarren ist derselbe, wie der für Erdarbeiter, nur sind die Achsen umgekehrt und die Räder

soweit wie möglich von einander entfernt, um eine grössere Stabilität auf dem natürlichen Boden zu erhalten, wo sie ohne die Dielen-Unterlage laufen.



Schubkarren für Holzhauer.

Dieses Modell, von sehr starkem Bau, ist zum Transport schwerer Gegenstände, wie der Brennholzscheite, der Pflastersteine, der Bruchsteine, Ziegelsteine, der Gypssäcke, Stücke von Schmiede- oder Gusseisen etc., bestimmt. Die Verbindungsweise dieses Schubkarrens trägt dazu bei, ihm eine grosse Solidität zu geben und gestattet, den Durchmesser der Räder bis auf 58 und selbst 60 Centimeter zu vergrössern.

III.

Im Ganzen genommen, kann man mit dem neuen Schubkarren zweimal mehr Arbeit verrichten als mit dem alten; die Frauen und selbst die Kinder, die man überall findet, können die stärksten Männer, die man selten findet, ersetzen. Es bliebe noch zu untersuchen übrig, ob das Abladen auf diese neue Methode leicht ist, und ob die Dielen, auf welchen diese Schubkarren laufen, nicht zu kostspielig sind. Dieses sind die Fragen, welche man untersuchen und durch die Erfahrung beantworten lassen muss. Die vorläufigen Versuche, welche der Er-

finder schon angestellt hat, scheinen hinreichend gute Resultate zu geben.

Aber bis diese neuen Fuhrwerke bei den ungeheuren Erdarbeiten, welche sich auf der ganzen Erde verbreiten, angewendet werden, muss man von denselben sprechen, und was mich betrifft, so werde ich jedesmal, sobald ich mich auf einem Arbeitsplatze befinde, den Wunsch aussprechen, die Schubkarren von Andraud gebrauchen zu sehen.

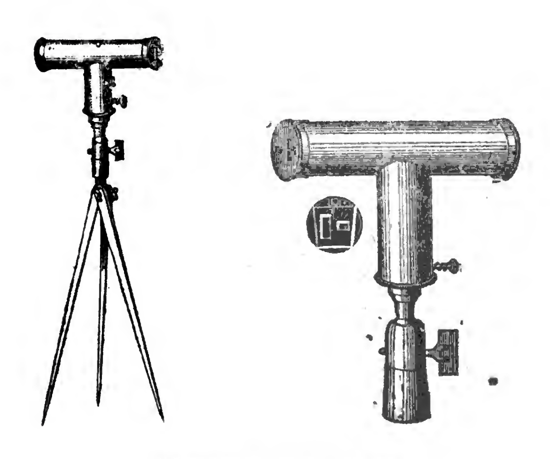
Wasserwaage von Charles.

Die Wasserwaagen mit Luftblase und die Wasserwaagen mit Wasser haben Unbequemlichkeiten. Die ersteren geben zwar eine sehr grosse Genauigkeit, welche jedoch durch ein sehr kostspieliges Instrument erhalten wird, das bei dem grösseren Theil der Arbeiten nicht verwendet zu werden braucht. Die Wasserwaagen mit Luftblasen sind unentbehrlich für die grossen Nivellir-Arbeiten, bei dem Nivelliren der Längen-Profils einer Eisenbahn, eines Kanals und bei dem Versetzen der Werkstücke. Aber für die Strassen, für die Quer-Profile, für Verbindungen, ist es unnöthig, eine Wasserwaage mit Luftblase anzuwenden, welche ein sehr sorgfältiges Behandeln und Stellen erfordert.

Die Wasserwaagen mit Wasser könnten desshalb die mit Luftblasen unter diesen Umständen ersetzen, aber ihr Transport ist unbequem; das Wasser kann unter Wegs auslaufen oder im Winter gefrieren, und die Röhren können leicht zerbrechen.

Der Optikus Charles in Paris, 34 Strasse des Rosiers, hat ein Instrument erfunden, welches genaue Koten gibt, bequem zu gebrauchen, vor dem Verderben geschützt ist, und endlich zu jeder Jahreszeit angewendet werden kann.

Mit einem Worte, er hat eine Wasserwaage erfunden, welche Genauigkeit mit Wohlfeilheit verbindet, denn sie kostet nur 30 Franken.



Wasserwaage von Charles.

Dieses Instrument ist gänzlich in einer Röhre oder Art Fernrohr eingeschlossen. Die eigentliche Wasserwaage ist ein Waagebalken, an welchem ein Gewicht aufgehängt ist, das ihn immer horizontal hält; an diesem Waagebalken, welcher aus einer Stahlstange besteht, sind die Visirscheiben oder Dioptern befestigt.

Die erste Zeichnung stellt die Wasserwaage auf ihrem Stativ aufgestellt vor, die andere zeigt die Details des Instruments.

Lufteisenbahnen und Tramways.

I.

Bei grossen Wegbauten bilden die Erdarbeiten den kostspieligsten Theil; auch sucht man sich derselben zu entledigen, indem man die Verkehrslinien horizontal über dem natürlichen Boden aufhängt.

Die aufgehängten Eisenbahnen wurden im Jahr 1815 in Deutschland erfunden und patentirt; aber ein englischer Ingenieur Palmer hat sie versuchsweise in seinem Lande ausgeführt.

Zu jener Zeit haben sich die englischen Journale lebhaft mit diesem System beschäftigt, dem sie folgende Vorzüge zuschrieben:

1) Die Bahnen à la Palmer kosten ein Zehntel des Preises der Eisenbahnen auf dem Boden. — 2) Ihr Bau ist einfach, sie können überall ausgeführt werden. — 3) Sie nehmen fast kein Terrain ein. — 4) Sie können Krümmungen von sehr kleinem Halbmesser haben. — 5) Die Waggons können nicht darauf umfallen.

Viele Bücher und Broschüren sind über diesen Gegenstand erschienen, und die Personen, welche diese Frage von neuem studiren wollten, würden sehr genaue Mittheilungen in dem Versuch über Eisenbahnen von Tredgold, dem Polytechnischen Journal von Dingler, dem Baujournal von Crelle, dem Bulletin technologique von Ferrusac, und den Berichten der Gesellschaft für Industrie zu Berlin finden.

In allen diesen Büchern sieht man ein unebnes Terrain, grosse oder kleine Pfosten, welche von Entfernung zu Entfernung eingerammt sind, eine Schiene, welche horizontal auf diese Pfosten aufgelegt ist, ein Pferd, welches das Rad mit Kähnen oder fliegenden Waggons zieht. — Folgendes ist wenigstens etwas Neues:

Im Jahr 1854 hat die Direktion der Festung Posen in Preussen für den Transport des Materials eine hängende Eisenbahn von einer Länge von 1500 Metern herstellen lassen. Seit 1834 bis 1856 hat diese Eisenbahn 50000 Franken gekostet, wovon 12000 Franken auf die erste Herstellung kommen. In diesen 23 Jahren hat die Unterhaltung daher eine Summe von 38000 Franken beansprucht, also 1600 Franken per Jahr. Man hat im Vergleich zu dem gewöhnlichen Transport eine Summe von 66000 Franken, somit ungefähr 3000 Franken jährlich gespart. Abgesehen von diesem Beispiel scheint es, dass man diese Bahnen nicht will, wenigstens mit ihrer alten Benennung; vielleicht könnte man sie unter einem anderen Namen annehmbar machen. Dieses ist wahrscheinlich der Grund, welcher einen polnischen Ingenieur veranlasst hat, sie statische Eisenbahnen zu nennen, und eine Schrift über die ausserordentlichen Vorzüge, welche diese Wege vor den bestehenden Eisenbahnen hätten, erscheinen zu lassen.

Diese statischen Eisenbahnen unterscheiden sich von den Bahnen à la Palmer nur in Bezug auf die Zugkraft; der Verfasser ist der Ansicht, in den ersten Kahn des Zugs eine Dampfmaschine zu setzen, welche ein gezahntes Rad in Bewegung setzen sollte. Diese Methode würde vortheilhaft für den Uebergang über Flüsse sein, wo das Ziehen durch Pferde Schwierigkeiten hätte, denn man müsste alsdann einen Fussweg bauen, was nicht mehr nöthig ist, wenn die Zugkraft auf dem Convoi selbst erzeugt wird.

II.

Die Idee der aufgehängten Schienen ist in der Luft-Eisenbahn von Louis Schertz aus Strassburg noch weiter entwickelt worden. Noch im Projekt und Modell befand sie sich auf dem Catalog der letzten Pariser allgemeinen Ausstellung, aber nicht in dem Industriepalast, wo man ihr den verlangten Raum nicht gewähren konnte.

Wie dem auch sei, diese Transportweise verdient erwähnt zu werden, wäre es auch nur wegen ihres Erfinders. L. Schertz ist ein erfinderischer Kopf, welchem ein grosser Theil des Ruhms gebührt, — wenn es ein Ruhm ist, — die Hängebrücken aus Eisendraht in Frankreich eingeführt zu haben; er war einer der ersten, welcher einen Hängesteg für Fussgänger gebaut hat, welcher seit 30 Jahren in lebensfähigem Zustand existirt.

Seine Bahn besteht aus einer Anzahl von Tauen, welche an Pfosten, die in dem Boden befestigt sind, aufgehängt sind. Die Waggons befinden sich auf beiden Seiten, wie in dem System von Palmer. Wenn die Fahrzeuge in der Mitte des Taues angekommen sind, steigen sie vermöge der erlangten Geschwindigkeit nach der entgegengesetzten Seite wieder in die Höhe, wo sie durch ein Gewicht emporgehoben werden, das nach unten wirkt. Dieses Gegengewicht wird durch einen Haspel bewegt und ist immer bereit, im Augenblick des Vorübergangs der Züge in Wirksamkeit zu treten.

Nach diesem Plane sind auch grosse Versprechungen gemacht: merkliche Ersparung in der Construction, deren Unkosten sich auf jene der Taue, der Gegengewichte und der Pfosten beschränken; kein Terrain, keine Erdarbeit, keine Kunstbauten. Die Taue würden ausserdem als Drähte für die elektrische Telegraphie dienen.

III.

Eine gewisse Furcht, in der Luft zu reisen, führt uns von neuem auf die Erde zurück, und die ökonomischen Rücksichten führen uns unmittelbar auf die Tramways oder Eisenbahnen mit Pferden, so wie sie schon lange Zeit in Amerika existiren, woher der Name amerikanische Eisenbahnen rührt.

Es scheint, dass das Problem der Einrichtung dieser Wege definitiv gelöst ist, und dass die Bahn des Place de la Concorde das Modell derselben in seiner letzten Vollendung vorstellt.

Der Graf Adhémar ist dieser Ansicht nicht. In einer Broschüre, welche er kürzlich veröffentlicht hat, protestirt er gegen diese Art von Isolirung, in welcher sich die Tramways bis jetzt noch befinden, und setzt die verschiedenen Einrichtungsarten auseinander, welche in der That nur eine einzige Grundlage haben: eine Eisenschiene auf ein Stück Holz genagelt oder auf zwei steinernen Würfeln befestigt, und mit der Steinstrasse in's Niveau gelegt.

Die praktische Seite dieser Broschüre bilden die detaillirten Angaben über das Legen dieser Tramways, welche der Verfasser in seiner Schlussfolgerung dringend als unentbehrliche Ergänzung der gegenwärtigen Eisenbahnen mit Lokomotiven empfiehlt.

IV.

Bis dass diese Amerikanischen Systeme und die Waggons mit einem Rad unsere bestehenden Eisenbahnen ersetzen, wollen wir freudig alle Verbesserungen begrüssen, welche uns Sicherheit auf diesen Wegen versprechen, und müssen in dieser Hinsicht eine Erfindung des Herrn Castro, Oberingenieurs der Minen der Spanischen Regierung, erwähnen. Es ist ihm wie fast allen Erfindern gegangen, dass die Priorität seiner Erfindung bestritten wurde; denn, sobald eine Erfindung mit einiger Hoffnung auf Erfolg gemacht wird, zeigen sich zu gleicher Zeit zahlreiche Erfinder, welche die Wohlthat dieser Hoffnung in Anspruch nehmen.

de Castro hat eine öffentliche Erklärung abgegeben und Recht behalten. Jetzt macht er eine neue Reklamation, nicht um sich über einen niederen Rang zu beschweren, welchen man ihm allenfalls angewiesen haben könnte, sondern über das vollständige Vergessen, dessen Opfer er in dem Buche: Theoretischer und praktischer Kurs der elektrischen Telegraphie, von dem Inspektor der telegraphischen Linien, geworden ist.

Den Titel dieses Buches anzeigen, heisst einigermaassen die fragliche Entdeckung bezeichnen; es handelt sich nämlich um die Anwendung der Elektrizität als Schutzmittel gegen die Unglücksfälle auf den Eisenbahnen.

Der Vicomte Dumoncel drückt sich in seiner vortrefflichen Abhandlung über die Anwendungen der Elektrizität günstig über diesen Gegenstand aus. — Aber wie alle Erfinder, denn er gehört auch zu dieser Zahl, beklagt er sich, dass unsere Gesellschaften nicht sehr begierig sind, die Neuerungen anzunehmen, welche man ihnen bietet. Dieses hindert ihn jedoch nicht, seine Sache zu vertheidigen, und zu gleicher Zeit mit grosser Liberalität auch die seiner Concurrenten in Bezug auf elektrische Erfindungen.

Er setzt sein System und das des de Castro in die 3te Categorie unter dem Namen automatische Systeme durch Benachrichtigung. Er nimmt im Ganzen fünf Categorien an: die kontrolirenden Systeme, die automatischen Systeme durch Anhalten des Zuges etc.

Sie haben alle zum Zweck ein Allarmsignal auf der Lokomotive zu geben, sobald der Zug sich in einer gefahrbringenden Entfernung von einem andern Zug oder einem Gegenstand befindet, der ein Unglück veranlassen könnte.

V.

Die Regel, nach welcher der Moniteur electrique von de Castro eingerichtet ist, ist die der gewöhnlichen Telegraphen. Man muss auf jeden Zug einen Generator setzen, dessen einer Pol durch die Schienen in Verbindung mit der Erde steht, während der andere Pol vermittelst eines Reibers mit einem isolirten Leitungsdrath in Verbindung gebracht wird, der längs des Weges gelegt ist. Auf diese Weise schliesst man den elektrischen Kreis und gibt das verlangte Signal.

Nach diesem flüchtig skizzirten Grundsatze haben zahlreiche Erfinder gearbeitet, um eine Verbindung zwischen den Bahnhöfen und den in Bewegung befindlichen Zügen herzustellen.

Abänderungen der Details der verschiedenen Bestandtheile, sowohl an den Elektrizitätserzeugern als an der Leitung, machen den Unterschied zwischen diesen Systemen aus, aber im Grunde sind sie dieselben: der des de Castro hat auf den spanischen Eisenbahnen die Sanktion der Versuche im Grossen erhalten, welche von den kompetenten Behörden angestellt wurden. Dieses ist im Ganzen genommen die Lösung des Problems. Bevor es vervollkommnet wird, wollen wir annehmen, dass es bereits geschehen sei, und dass es in dieser Beziehung nichts zu wünschen übrig lasse, und wollen die Gesellschaften fragen, ob sie der Ansicht sind, es zu versuchen und anzunehmen, oder mit anderen Worten, ob dieses System so unbestreitbar nützlich ist, dass es den Dienst auf einer Linie sicher stellt. So lange diese Frage nicht gelöst sein wird, müssen wir uns damit begnügen, die Erfinder ihren Rang einnehmen zu lassen, und haben daher auch angefangen, die ganz gerechte Protestation des de Castro gegen das Vergessensein in dem angeführten Buche zu notiren.

VI.

Schliesslich müssen wir in Bezug auf die Fortschritte der Eisenbahn-Wissenschaft eine merkwürdige Arbeit anführen, welche die graphische Darstellung der successiven Entwickelung dieser neuen Verbindungswege zum Zweck hat. Der chronologische Atlas der französischen Eisenbahnen, von dem Geographen Anatole Chatelain, zeigt uns diese Entwicklung von ihrem Ursprunge bis auf unsere Tage. — Dieser Atlas besteht aus 8 Karten, von welchen die sechs ersten zu verschiedenen Epochen die Lage des concessionirten oder vom Staate unter-

nommenen Netzes anzeigen. Die siebente Karte zeigt eine vergleichende Uebersicht der Concessionen, endlich die achte Karte gibt das allmälige Zunehmen der concessionirten Linien der Gesellschaft an.

Eine neunte Karte, welche besonders erschienen ist, vervollständigt diesen Atlas: sie zeigt den genauen Zustand aller unserer Linien im Anfang dieses Jahres. Es wäre zu wünschen, dass Chatelain jedes Jahr eine neue Situationskarte herausgäbe, so dass seine Arbeit das grosse Buch der Eisenbahnen bilden könnte. Dieser Atlas und diese Specialkarte sind correct gezeichnet und die Blätter sind mit sehr viel Klarheit und Geschmack eingerichtet.

Allgemeine Industrie-Ausstellungen.

I.

Die allgemeinen Industrie-Ausstellungen, welche in den letzten Jahren stattfanden, haben die Nützlichkeit dieser Art von Manifestationen dargethan; ich glaube daher, dass es nicht am unrechten Orte sein wird, die Grundlagen anzugeben, auf welchen die Ausstellungen, die das angefangene Werk fortzusetzen bestimmt sind, eingerichtet werden sollten.

Der Bericht, welcher durch den Prinzen Napoleon Sr. Majestät dem Kaiser Napoleon III. vorgelegt wurde, liefert alle Elemente zu einer solchen Ermittelung.

Diese Arbeit ist in zwei Haupt-Abtheilungen eingetheilt: die der Vergangenheit und die der Zukunft.

In dem ersten Theil, welcher statistische Uebersichten enthält, sind die Organisation und die Vor-

schriften bezüglich der Einrichtung des Lokals und der Aufstellung der Gegenstände erzählt. — Der zweite Theil, jener der Zukunft, enthält die Bemerkungen, zu welchen die Erfahrungen Veranlassung geben; sie können als Belehrung für künftige Ausstellungen dienen und in folgenden Sätzen zusammengefasst werden.

1) Die allgemeinen Ausstellungen müssen die nationalen Ausstellungen ersetzen; denn sie allein gestatten, auf die wahre industrielle und commercielle Industrie der Welt hinzusteuern.

2) Die Ausstellungen bringen alle Gelehrten der Erde in Berührung und die Preisgerichte werden wahre Concilien, in welchen die wichtigsten Fragen und die schwierigsten Aufgaben der materiellen Ordnung diskutirt werden.

3) Die Ausstellungen gestatten die Entdeckungen und Vervollkommnungen dem Publikum vorzulegen.

4) Die Ausstellungen müssen bezüglich der Aussteller allgemein sein, da alle Nationen berufen sein müssen; aber sie müssen bezüglich der Art der ausgestellten Gegenstände partiell sein. Die Schwierigkeiten, die Produkte aller Industriellen unterzubringen, werden immer zahlreicher und verhindern die häufigen Ausstellungen.

5) Eine partielle Ausstellung würde eine der fünf folgenden Gruppen enthalten: die schönen Künste; den Ackerbau mit seinen ersten Erzeugnissen; die Produktions-Instrumente; die fabrizirten Produkte; endlich die häusliche Oekonomie.

6) Die allgemeine Ausstellung der vereinigten Gruppen könnte alle 50 Jahre stattfinden; sie gäbe ein Bild von dem Fortschritt einer Epoche; die Ausstellungen für jede Gruppe müssten häufig stattfinden.

7) Der Grundsatz eines Eintrittspreises in den Pallast müsste beibehalten werden.

8) Die rationellste Organisation der Ausstellung besteht darin, den Privaten die Leitung derselben zu überlassen.

9) London und Paris würden die einzigen Orte der allgemeinen Ausstellungen sein.

10) Die Gebäude für die Ausstellungen der vereinigten Gruppen müssten leicht, temporär, und für die Nationalitäten in der Quere, für die Erzeugnisse der Länge nach eingetheilt sein; wenn man also die Industrie eines Landes studiren wollte, hätte man sie auf diese Art auf einem Punkt; es würde genügen, die Gallerie quer zu durchschreiten; würde man wünschen, eine Erzeugnissgruppe zu studiren, so würde man der Längerichtung folgen, und könnte so eine Vergleichung der Fortschritte zwischen den verschiedenen Völkern anstellen.

II.

Die Vorschriften der Pariser Ausstellung vom Jahr 1855 haben allen Bedürfnissen genügt, aber sie enthalten dennoch mehrere Grundsätze, welche noch nicht diskutirt sind: Ob die Zollgesetzgebung so bestehen bleiben kann wie sie ist; — welche Entscheidung bezüglich der Verkaufspreise gefasst werden soll, — und endlich, ob die Preisgerichte dem Zweck entsprechen, zu welchem sie eingesetzt wurden.

Der Untersuchung dieser drei Fragen hat der Prinz den Schluss seiner allgemeinen Betrachtungen gewidmet.

Es geht daraus hervor, dass die Zollgesetzgebung unter dem Einfluss der allgemeinen Ausstellungen grosse Modifikationen erleiden müsse, und dass die ständigen Schutzzölle durch Eingangszölle ersetzt werden müssten. Der Grund davon ist einfach: Die im Jahr 1855 gemachten Erfahrungen haben gezeigt, dass die zurückgebliebene Industrie gerade diejenige war, welche unter dem Schutz der Prohibirung lebte.

Im Allgemeinen muss man in diesem speciellen Falle sich wenig mit der Theorie und viel mit der Praxis beschäftigen: keine allgemeinen Grundsätze aufstellen, aber jeden Tarif besonders revidiren, ihn diskutiren und eine

Reduction nur dann aussprechen, wenn sie für wirklich nützlich erkannt würde.

Bezüglich des Eingangszolls der prohibirten Gegenstände war derselbe auf 20 Procente ihres Werthes festgesetzt; für die künftigen Ausstellungen müsste man sich für den freien Eingang dieser Produkte aber nur in beschränkter Zahl und als Muster entschliessen.

Wir kommen jetzt zur zweiten Frage und diese ist die schwierigste; — die des Preises: muss man die Veröffentlichung desselben verbieten; muss man die Veröffentlichung obligatorisch machen oder sie freistellen?

Nach Untersuchung dieser Frage von ihrer dreifachen Seite, und nachdem er, was bei anderen Ausstellungen stattgefunden, aufgesucht hatte, gelangte der Prinz zu der obligatorischen Angabe der Preise, welche ein wesentliches Element der Beurtheilung bilden.

Als letzte Regel wird die Abschaffung der internationalen Preisgerichte für Belohnungen, oder wenigstens eine tiefgehende Modifikation in der Rolle, welche sie spielen sollen, vorgeschlagen.

Ein doppeltes Vorurtheil hat zu den Preisgerichten Veranlassung gegeben. Die industriellen Fortschritte brauchen nicht, wie man fälschlich glaubt, durch eine Autorität hervorgerufen und ermuthigt zu werden; und zweitens braucht das Publikum für seine Käufe keine andere Erleuchtung als die seines Interessens. — Die Urtheile der Preis-Jury unter der Form von Medaillen und Sentenzen sind ein wahrer Urtheilsspruch, dem man eingeladen wird, sich zu unterwerfen. Dieses ist der Sinn, in welchem die Industriellen dieselben auffassen: die Belohnungen werden in ihren Händen ein Mittel zum Monopole, eine Waffe, deren sie sich gegen ihre Concurrenten bedienen.

Uebrigens zerfällt die Masse der Aspiranten zu den Belohnungen in folgender Weise: 1) Diejenigen, welche die allgemeine Stimme auf unbestreitbare Weise bezeichnet, und welche sich die Anerkennung durch ihr Verdienst er-

zwingen; 2) Diejenigen, welche dem Zweifel Raum gestatten; 3) Diejenigen, deren Untüchtigkeit bei der ersten Prüfung sichtbar ist.

Da das Urtheil des Preisgerichtes für die ersten und dritten unnöthig ist, kann es blos bei den Zweifelhaften Anwendung finden, aber gerade für diese wird die Mission der Preisrichter eine schwierige. Die ausserordentliche Ungleichheit der Mittel der Beurtheilung führt zum Zufall, welcher die Ungerechtigkeit im Gefolge hat, wie der Verfasser sich durch ein graciöses Bild ausdrückt.

Aber da in Wirklichkeit die wahre Rolle der Preisrichter darin besteht, die Vervollkommnung zu studiren, sie den Producenten zu bezeichnen und die Aufmerksamkeit der Industriellen auf diejenigen Zweige zu lenken, wo der Zustand der Produktion noch zu wünschen übrig lässt, so ist es offenbar, dass statt der Preisgerichte Studiengerichte eingeführt werden sollten, um Bemerkungen zu machen und Wünsche auszusprechen. Ein so umgewandeltes Gericht würde eine leichte und fruchtbringende Arbeit haben.

Dieses sind die von Sr. Kaiserlichen Hoheit richtig aufgestellten Regeln, welche uns künftig in unserem Streben nach Fortschritten in der Industrie leiten sollten.

Perpetuum mobile.

I.

Mein Wunsch ist, diesem lezten Capitel eine praktische Richtung zu geben, indem ich die industriellen Fortschritte darin aufzeichne und besonders die noch zu machenden Erfindungen oder die anzubringenden Verbesserungen bezeichne.

Aber wenn es einen Vortheil gewährt, die positiven Erfindungen zu bezeichnen, so glaube ich, wird es eben so nutzbringend sein, die Fragen bestimmt festzusetzen, welche der Vergessenheit übergeben werden sollten.

Unter diesen lezteren figuriren das Perpetuum mobile und seine Folgerungen, welche heutzutage noch Anhänger haben, deren Zahl viel beträchtlicher ist, als man im Allgemeinen glaubt; ich glaube desshalb dabei verweilen zu müssen, trotz dem, was schon in den früheren Capiteln darüber gesagt wurde.

Diese eingebildete Entdeckung unterscheidet sich von der Quadratur des Zirkels und anderen unmathematischen Uebungen dadurch, dass man, um sie anzustellen, mehr nöthig hat, als Papier und Geduld; man braucht Instrumente, Werkzeuge, Materialien, eine ganze Ausrüstung für den Maschinenbau, mit einem Wort, man muss Geld haben; und da die Aufsucher des Perpetuum mobile keines damit gewinnen können, so ist ihre Arbeit verderblich.

Wir wollen daher unser Möglichstes thun, nicht blos um die menschliche Gesellschaft von dieser Krankheit zu heilen, welche übrigens incurabel ist, sondern auch um die Personen, welche noch gesunden Verstand haben, zu veranlassen, sich nicht auf diesen verderblichen Weg einzulassen; wenn sie Gebrauch von der geringsten Kenntniss in der Mathematik oder Mechanik machten, würden sie sogleich von ihrer Arbeit abstehen; wenn sie jedoch die Ausführung ihrer Arbeit verfolgen, werden sie sich entweder gänzlich zu Grunde richten, oder ein Gegenstand des Gelächters für das Publikum werden.

Man hat die Bemerkung gemacht, dass die Perpetuum mobile zu zwei bestimmten Epochen des Jahres entstehen, im Frühling und am Anfang des Winters. Es ist anerkannt, dass in diesen beiden Jahreszeiten das Blut des Menschen eine Revolution erfährt, welche einen gewissen Einfluss auf die intellektuellen Fähigkeiten ausübt.

Diese Prämissen sind an alle Klassen ohne Unterschied gerichtet; denn die Aufsucher des Perpetuum mobile finden sich auf allen Stufen der gesellschaftlichen Leiter. — Wir müssen nun in einige Details eingehen, und wenn es uns durch diese Auseinandersetzung gelingt, nur ein einziges Individuum von diesem verderblichen Wege abzubringen, so ist unsere Arbeit nicht vergeblich gewesen.

II.

Das Perpetuum mobile ist eine Maschine, die durch ihre eigene Triebkraft in Bewegung gesetzt wird. Also irgend ein herabsinkendes Gewicht muss einen Mechanismus in Bewegung setzen, welcher ein anderes Gewicht in die Höhe hebt; dieses gehobene Gewicht sinkt alsdann wieder und so immerfort.

Wie auch die Zusammensetzung des Mechanismus, welche auch die Natur des Gewichtes seie, denn es ist immer ein Gewicht, eine Kraft erschöpft sich zuletzt; es ist immer nöthig, dass das gehobene Gewicht schwerer oder leichter ist als das herabsinkende. — Man sieht sogleich die Absurdität dieser Aufgabe:

In der That, wenn diese beiden Gewichte gleich wären, würde die Maschine still stehen, wie die beiden Waagschalen einer Waage. Gewöhnlich sucht man mit einer in einem Brunnen gesetzten Maschine das Ziel zu erreichen. Ein Theil des gehobenen Wassers soll dazu dienen, die Maschine in Gang zu setzen.

Es ist wahr, dass geschickte Mechaniker dahin gelangten, durch sinnreiche Kunstgriffe die Schwierigkeit zu entfernen, indem sie von der Elektrizität, der Schwerkraft, oder der natürlichen Wärme, die bewegende Kraft entlehnten. Der Kaiser Napoleon I. hatte einem berühmten Uhrenmacher in Paris aufgetragen, eine Uhr zu machen, welche immer gehen sollte, ohne jemals aufgezogen zu werden; — wohlverstanden mit einem

Schlüssel. — Diese Uhr, deren Anfertigungspreis 60,000 Franken betrug, war in dem Industrie-Pallast im Jahr 1855 ausgestellt; sie geht seit einem halben Jahrhundert, sie wird ewig gehen, unter einer einzigen Bedingung: diese ist, dass man sie in die Tasche steckt, und sodann einige Minuten alle zwei oder drei Tage spazieren geht. Die Bewegung des Gehens theilt sich einem verborgenen Balancier mit, welcher sich hebt und senkt, und so die Uhr aufzieht. Dieses ist das ganze Geheimniss, welches man gewiss im ersten Augenblick nicht erräth.

In einem Mechanismus, welcher nie von selbst gearbeitet hatte, haben die Generationen der Erfinder das unmögliche Geheimniss zu entdecken geglaubt. Alle Natur-Erscheinungen beweissen uns, dass die materiellen Substanzen sich nicht selbst einen Impuls geben können. Wir sehen auf der Erde alle Bewegungen schnell einhalten, denn sie werden von der Reibung absorbirt oder theilen sich den umgebenden Körpern mit, und dieser Kraftverlust bringt sie schnell zum Zustande der Ruhe, und da nichts die verlorene Kraft ersetzt, so ist das Stillestehen unfehlbar.

Die Urkraft, welche uns, so wie alles, was uns umgibt, nach der Erde zieht, welche die Gestirne in Bewegung setzt, die in den himmlischen Räumen keinem Hindernisse begegnen, diese Kraft allein ist ewig: sie gehört nur Gott an.

III.

Man kann sich nun fragen, wie es kommt, dass die Erfinder auf dem falschen Wege verharren, während die Strasse des gesunden Sinnes ihnen so leicht offen steht. Die Ursachen fehlen nicht, ihr hartnäckiges Beharren zu rechtfertigen: Die ewige Bewegung findet sich in der Natur; man braucht nur in die Geheimnisse derselben einzudringen. Die Akademien, welche das Perpetuum mobile verdammen, können sich täuschen; sie haben schon viele andere Erfindungen verdammt; was sich die

einen nicht einbilden, können die anderen erfinden. Die perpetuellen Maschinen, welche von Tausenden construirt wurden, haben Fehler; was sie am Gehen hindert, sind gewisse Reibungen, die man aufheben muss. Es gibt Mechanismen, welche seit Jahren von selbst gehen, welche Jahrhunderte lang gehen können, wie die berühmte Thurm-Uhr zu Strassburg; und dann kann man durch irgend eine Combination dahin gelangen, dass man endlich auffindet! dass sie unbestimmte Zeit, ewig fortgehen.

In dem Perpetuum mobile, welches die Materie in Bewegung setzt, liegt, wie im Stein der Weisen, welche diese Materie in Gold verwandelt, — man muss es anerkennen, etwas Verführerisches, namentlich in einer Zeit, wo man mit so viel Begierde Geld für das Vergnügen, und eine bequeme Kraft für die Arbeit sucht.

Aber wir wollen diese Untersuchungen nicht weiter verfolgen, denn dieser Stein der Weisen existirt wirklich; ja er existirt! Der Priester besitzt ihn in seinem Glauben, der Schriftsteller in seiner Einbildungskraft, der Soldat in seiner Hingebung, der Arbeiter in seiner Kraft; wir alle besitzen ihn in unserem Herzen. Der Stein der Weisen muss Ehre und Reichthum verschaffen und mehr als das, er muss das Glück und die Zufriedenheit der erfüllten Pflicht gewähren. Wohlan, wir gelangen alle dazu, durch die Liebe zur Arbeit und die Verachtung der Intrigue.

Zweck dieses lezten Capitels.

I.

„Wenn man einen Blick auf die Methoden, die Naturkräfte zu Nutzen zu machen, wirft, so begreift man schwer, dass die Menschen nicht mit einer Geschwindigkeit von zehn Meilen in der Stunde gereist sind, ohne sich dabei den Explosionen der Maschinen und Unglücks-

fällen jeder Art auszusetzen; man begreift durchaus nicht, dass sie bei der Kenntniss der Wirkungen der Elektrizität unter der Erde die Steinkohlen zu suchen genöthigt waren, um damit ungeheure, unförmliche, schwere, gefährliche Mechanismen zu speisen, welche im Vergleiche zu ihrem Gewichte so schwache Dienste leisten; man macht sich eine sehr ungenaue Vorstellung von dem Gebrauch der elektromagnetischen Telegraphie, welche die Depeschen nur um Preise befördert, welche für die niederen Klassen der Gesellschaft unzugänglich sind, und überdies mit unbegreiflicher Langsamkeit, denn man muss sich noch auf die Telegraphenstationen begeben."

„Man betrachtet mit wohlwollender Neugierde diese schwarzen oder braunen Bilder, welche man Photographien nennt; man untersucht mit Interesse diese Nachahmungen der edlen Metalle, die ersten Werke der Galvanoplastik."

„Diese armen Sterblichen, welche im Winter erfroren und im Sommer erstickten, welche sich mit Gas beleuchteten, wenn sie welches hatten, — mit Gas, das nicht stark glänzt und das schlecht riecht; sie suchten sich mit Brennmaterial zu erwärmen, das fast kaum Hitze gibt, und das sie sich nur mit grossen Kosten verschaffen konnten, und an der Seite dieser Menschen lebten andere Menschen im vollkommen wilden Zustande, welche rohe Fische assen und sich einander selbst auffrassen, was durch Seefahrer bestätigt wurde, welche von fernen Ländern einige Schatten von Industrieprodukten auf die grosse allgemeine Ausstellung brachten, welche zu Paris im Jahr der Gnade 1855 stattfand, wo man die Fortschritte der Civilisation so hoch feierte."

„Arme, arme Menschheit!"

So werden von uns sicherlich unsere Nachkommen sprechen, wenn sie mit einer Geschwindigkeit von 100 Meilen in der Stunde ohne irgend eine Gefahr, ohne irgend eine Beschwerde reisen werden; wenn sie sich keiner anderen Maschine mehr bedienen werden, als die durch die natürliche Elektrizität gespeist werden, wenn ihre Häuser von dem Centralfeuer der Erde erwärmt

und beleuchtet werden, dessen Preis Null sein und dessen Glanz jenem der Sonne gleich sein wird. Unsere Nachkommen werden mit lebendiger Stimme über die Meere auf allen Punkten der Erde correspondiren, denn überall wird der Genius der Civilisation seine Flügel ausgebreitet haben. Dies elektrische Fluidum wird eines Tages folgsam sein, wie es schon jezt die Sonnenstrahlen sind, die man in ein Atelier einsperrt, um so die Arbeit des Graveurs und des Zeichners machen zu lassen; das wunderbare Fluidum wird sich dazu gebrauchen lassen, um den Stickstoff aus der Luft abzuscheiden, und denselben nach Belieben als Dünger für die Zwecke des Ackerbaues zu verwenden. Wir haben keine bestimmte Kenntniss von den Arbeiten der Zukunft, und wir sind in dieser Beziehung nicht weiter gekommen als die Gelehrten aus dem Jahrhundert Ludwig XIV. bezüglich des Elektromagnetismus oder des Dampfes mit veränderlicher Absperrung waren.

Indessen sind heutzutage die Vergleichungs-Punkte zwischen der Vergangenheit und der Zukunft leichter festzusetzen, wir können das Urtheil vorhersehen, welches über unsere Erfindungen gefällt werden wird; es wird genau dasselbe sein, welches wir über die Arbeiten unserer Vorgänger fällen, wenn wir, auf den Bänken eines Eisenbahnwagens sitzend, triumphirend an der Seite einer Steinstrasse oder eines macadamisirten Vicinalwegs vorüberfahren; es wird ein Tag kommen, wo unsere Maschinen als Gegenstand der Curiosität neben dem ersten Dampfwagen, — unseres Landsmanns Cugnot figuriren werden, welcher im Conservatorium der Künste und Handwerker aufgestellt und so merkwürdig in der Industrie ist, als unter den Schriften das erste Buch der Welt: die Bibel von Guttenberg.

II.

Machen wir uns keine Illusionen über unser Verdienst, rühmen wir uns nicht dessen, was wir hervorge-

bracht haben, verfallen wir nicht in industrielle Trägheit, denn es bleibt noch viel zu thun übrig; insbesondere ahmen wir nicht unsere Voreltern nach, welche die Erfinder auf die Tortur spannten, und hüten wir uns, nicht mit Begierde jede neue Idee aufzunehmen, würde sie selbst von Galiläi, Oliver Evans, Fulton, Frederic Sauvage geboten; diese Idee würde ihre Anwendung auf die Bewegung der Erde, auf die Eisenbahnen, auf die Dampfschiffe, auf die Spirallinie von selbst finden! Denn diese in früheren Zeiten sogenannten Thorheiten heissen heut zu Tage Wohlthaten des Menschen-Geschlechts; — diese in früheren Zeiten Sinnlose heissen heut zu Tage grosse Männer.

Gehen wir nun auf das Dringendste über: man muss die neuen Gedanken auf die Gebräuche des Lebens anwenden und die Fortschritts-Ideen so allgemein machen, dass Jedermann, arm wie reich, daraus Nutzen ziehen kann; wenn dieses Ziel einmal erreicht ist, wird man einen Schritt weiter machen können: und der wird darin bestehen, die Fortschritte hervorzurufen.

Wir wollen uns gegenwärtig nur mit der Rolle beschäftigen, welche die Presse in diesem ersten Falle spielen wird. — Diese Rolle ist genau bestimmt: man darf jenen Gesellschaften nicht nachfolgen, welche die Erfindungen protegiren und ehrenhaft aber in der Dunkelheit arbeiten, und welche manchmal damit anfangen, zu verlangen, anstatt zu geben; man muss rein und einfach ohne Bedenklichkeit jede neue Idee annehmen, sie prüfen und ihr eine weite und unentgeldliche Veröffentlichung verschaffen.

Zwei Unbequemlichkeiten zeigen sich sogleich und scheinen sich der Verwirklichung dieses Planes entgegenzustellen; sie sind: die Furcht, ein voreiliges Urtheil zu fällen, und der Verdacht, sich zu einer industriellen Ankündigung herzugeben.

III.

Wenn eine neue Idee sich für sich entwickelt, wenn sie nach und nach praktisch wird, wenn durch Anstrengung und Versuche ihre Vortheile von Jedermann gewürdigt werden, ist es gewiss kein grosses Verdienst, als Billigung, die aber verspätet ist, in dem allgemeinen Concert einen Triumphgesang einzumischen. Es ist wahr, dass viele Erfindungen im Anfange nur auf theoretischen Angaben beruhen, und weder eine lukrative Folge für den Urheber, noch eine unmittelbare Wichtigkeit für das Publikum haben.

Aber ist dieses ein Grund, sie durch ein übelwollendes Stillschweigen in der Wiege zu ersticken? Gewiss nicht; was sie bedürfen, um leben und gedeihen zu können, ist der helle Tag der Oeffentlichkeit, welche die Männer des Entwurfs aus ihrer Vereinzelung reisst, welche ihre Existenz und ihre Arbeiten bekundet, welche ihre Mühen bezeichnet, welche ihre Hoffnungen billigt, welche ihren Familien, ihren Gefährten zeigt, dass man sie kennt, dass man sich mit ihnen beschäftigt, dass man sie ermuthigt und dass man sie nicht verlässt; endlich, welche ihnen zu sagen erlaubt: „Jetzt gelange ich an's Ziel, ich habe einen Freund, der mir hilft, ich habe einen Beschützer, der mir Ruhm verschaffen wird; dieser Freund, dieser Beschützer ist ein Journal oder ein Buch!"

Würde es nicht auch eine süsse Satisfaktion sein, so die Rolle der Vorsehung in Bezug auf das Talent und manchmal auf das Genie zu spielen, und Hülfe und Schutz den Nachahmern jener Männer angedeihen zu lassen, denen wir alles verdanken, denn ohne die vergangenen Erfindungen, was wären wir jetzt?

Seitdem die Presse über die neue Fabrikation des Eisens, über die Ausziehung des Leuchtgases aus dem Wasser, über gewisse rauchverzehrende Apparate, über die elektrische Typographie, die Dampfwagen, die Kohlensäure-Maschinen und was weiss ich, über alle die Ver-

suche der Männer verstummt ist, welche oft das öffentliche Wohl mehr als ihren eigenen Vortheil im Auge hatten; — seitdem wir geduldig abwarten, bis die Praxis die Theorie geheiligt hat, — glaubt man, dass diese Erfinder grosse Fortschritte gemacht haben, oder dass viele unter ihnen nicht einer tiefen Entmuthigung erlegen sind!

Welcher Schriftsteller wird es nun wagen, zwischen diesem Stillschweigen, welches verdammt, und zwischen diesem Urtheile zu schwanken, welches ermuthigt, welches aber zu kompromittiren scheint, wenn es über eine Idee ohne bestimmtes Resultat gefällt wird, namentlich, wenn es sich nur darum handelt, seine Eigenliebe dem Interesse Aller unterzuordnen?

Eine andere Furcht sollte uns vielmehr quälen: die Furcht, wenn wir unsere Beihülfe zur industriellen Vervollkommnung versagen, hinter unserer Mission zurückzubleiben und wenn wir nicht die Initiative ergreifen, für inkompetent und unfähig gehalten zu werden.

Wir gehen zur zweiten Unbequemlichkeit, welche durch das Wort Ankündigung ausgedrückt ist, über.

IV.

Die ungeheure Entwickelung der öffentlichen und Fabrik-Industrie in diesen letzten Jahren verdankt man grossentheils, ausser den Bedürfnissen unserer Epoche, der Mitwirkung der grossen und der speciellen Journale; der Antheil, welchen die tägliche Presse daran genommen hat, wird nach seinem richtigen Werth von Jedermann gewürdigt.

Es ist desshalb natürlich, dass wenn die allgemeinen Interessen einmal befriedigt waren, die Privat-Interessen einen bequemen Weg suchten, welcher, — man darf es sich nicht verhehlen, — unmittelbar zum Ziele führte.

Jede Unternehmung, — denn jede Erfindung gibt sogleich zu einer industriellen Unternehmung Veranlassung, — warf in ihrem Budget eine gewisse Summe für

Veröffentlichungskosten aus; dieses ist der Ursprung der industriellen Ankündigung, früher auf einfache Annoncen in den Blättern beschränkt, welche speciell für diesen Zweck bestimmt waren, oder an das Ende der Bücher und Journale verwiesen, hat sie sich ausgedehnt, und würde damit geendigt haben, den legitimen Platz einzunehmen, welcher für die Besprechung der politischen und wissenschaftlichen Interessen aufbewahrt ist, wenn einerseits diese Interessen durch die Stimme der Leser ihre Rechte nicht reclamirt hätten, und wenn andererseits die Bezahlung dieser Annoncen nicht einen hinreichenden Ersatz abgegeben hätte, um die Organe der Oeffentlichkeit zu hindern, in einen absoluten Handel zu verfallen.

Nachdem diese Grenzen zwischen der Redaktion und den Annoncen einmal gezogen waren, suchte die kleine Industrie, die Ankündigungs-Industrie, die Auskunftsmittel-Industrie, die individuelle Industrie endlich, unter verschiedenen Vorwänden sich in die Columnen einzuschleichen, welche der Wissenschaft und der rein speculativen Analyse gewidmet sind, und die Verfasser derartiger Artikel, welche oft darin, in ganz gutem Glauben, nur Fragen sahen, welche auf das allgemeine Interesse Bezug hatten, fanden sich nichtsdestoweniger dem Verdacht ausgesetzt, ihre Beihülfe Privat-Ansprüchen zu leisten. Sie haben sich unglücklicherweise wegen dieses Verdachts mit solchen Vorsichts-Maassregeln umgeben müssen, dass sie, indem sie persönliche Anforderungen zurückwiesen, Gefahr liefen, Ideen abzuweisen, welche wegen des für bescheidene Vermögensverhältnisse unzugänglichen Preises nicht unter das Capitel der Annoncen gereiht werden konnten, und welche so untergingen, statt dass sie in mehr oder weniger entfernter Zukunft Früchte getragen hätten.

Dieses ist die zweite Unbequemlichkeit; um sie auf einmal mit der ersten zu entfernen, und um es so einzurichten, dass die Form nicht die Sache zu Grunde richte, braucht man sich nur über derartige Empfindlichkeiten

hinwegzusetzen und sie lieber aufzuopfern, als eine Idee in Vergessenheit gerathen zu lassen.

Kurz, um aus der Kreisbewegung herauszukommen und zu einer praktischen Lösung im Gebiete der Industrie und Technologie zu gelangen, habe ich mich entschlossen, zu bestimmten Epochen in diesem Hülfsbuch alle jene gemachten Verbesserungen aufzunehmen, welche in die Praxis übertragen werden können, und diejenigen anzudeuten, welche noch zu machen übrig bleiben. Alle industriellen Ideen werden so eine Stelle erhalten, unter der ausdrücklichen Bedingung jedoch, dass sie einen nützlichen und für die Masse vortheilbringenden Keim enthalten.

Bericht über:

Emil With,

Handbuch des gesammten Eisenbahnwesens.

Ausführliche Darstellung des Baues, der Einrichtung und des Betriebes der Eisenbahnen. Aus dem Französischen. Mit einem Atlas von 16 Tafeln. Autorisirte Ausgabe. gr. 8⁰. broschirt.

Mannheim, Verlagsbuchhandlung von Fr. Bassermann

Preis 4 ℛ = 7 ƒ

(Auszug aus dem Journal l'Estafette.)

I.

Unter allen Fragen, deren Studium die grösseste Anzahl der Menschen interessirt, muss unbestreitbar die der Eisenbahnen in erste Linie gestellt werden. Sie beansprucht in der That eine so grosse Verschiedenheit von Kenntnissen, sie beschäftigt eine so grosse Anzahl von verschiedenen Talenten, sie umfasst so viele getrennte Interessen, dass es scheint, als ob Jedermann aus verschiedenen Gründen an der Lösung der administrativen, industriellen oder finanziellen Fragen Interesse nimmt, welche sich, von nahe oder fern, an den Bau dieser

grossen Communikationswege knüpfen, die allmälig die Bedingung der politischen Oekonomie und die internationalen Beziehungen umändern.

Alles ist in Allem, sagt Jacotot, man kann mit noch viel mehr Grund sagen: Alles ist in der Eisenbahnfrage enthalten; wir sind beinahe alle mehr oder weniger Ingenieure, Administratoren oder Construktoren, aber wir sind alle sicherlich Eigenthümer, Aktionäre oder Arbeiter; nun alle diese Klassen müssen sich für das Studium aller der Fragen interessiren, die der Bau und die Einrichtung dieser neuen Wege aufwirft, welche das neunzehnte Jahrhundert erfunden zu haben den Ruhm hat.

Auch glauben wir, dass ein Schriftsteller, welcher heute eine Encyclopädie der Eisenbahnen unternehmen würde, nicht allein seinem Vaterlande ein nützliches Denkmal errichten, sondern auch ein Vermögen erwerben würde. Besonders wenn er für jeden Artikel, der einen solchen Gegenstand betreffen würde, sich an die besonderen Personen wendete, welche das Publikum mit Recht schon längst als diejenigen bezeichnet hat, die seit lange mit diesen Fragen, deren Lösung sie verfolgten, vertraut sind. Haben wir nöthig, Pereire, Telachat, Perdonnet, Lechatelier, Sauvage, Petiet, Couche und so viele Andere zu nennen, welche Jedermann kennt und nennt. Aber ehe diese Encyclopädie verfasst ist, kommt der Civilingenieur Emil With, bringt seinen Stein zum Bau, hebt eine Ecke des Schleiers auf und ladet uns ein, ihm nach diesen so weiten und so interessanten Gesichtskreisen zu folgen.

Sein Buch ist ein wahres Handbuch; es erfasst die Eisenbahn-Industrie in ihrer Wiege, es zeigt uns, wie die Geleiswege in Deutschland und England entspringen, um zur Ausbeutung der Minen zu dienen; die Wagen, welche immer derselben Linie mit derselben Spurweite folgen, hinterlassen den Eindruck ihrer Räder auf dem weichen Boden; Geleise bilden sich, vergrössern sich und werden bald unfahrbar; die Idee kommt sodann, Holzdielen auf den Boden zu legen, um die Löcher eben zu

machen und das Einsinken zu verhindern. Aber die Dielen sind unzureichend, man muss Langschwellen, viereckig behauene Baumstämme, legen; man denkt auch daran, die Seiten der Hölzer zu bekleiden, und erhält förmliche mit Holz ausgefütterte Gräben; aber die Langschwellen nutzen sich ab, man muss sie mit einem härteren Stoff belegen und man denkt an das Eisen; man belegt das Holz und befestigt die Eisenschienen mit Nägeln. Aber die Nägel werden bald zerbrechen, herausgerissen, unzureichend; man muss suchen, probiren, und durch das Probiren findet man die Construktion des Geleises, wie es gegenwärtig ist. Man hatte mit Holz und Eisen gefütterte Gräben, man will Längeschwellen legen, ohne sie auf den Strassen einzugraben, wo die Gräben nicht durch die Räder ausgehöhlt worden waren; man erfindet daher die edge rails, Schienen mit Rändern, welche die Räder hindern aus den Geleisen zu kommen, indem sie dieselben seitwärts zurückhalten; hierauf überlegt man, dass es zur Erreichung dieses Zieles vortheilhaft sei, einen äusseren Rand an jeder Schiene längs des ganzen Weges zu haben. Man denkt daran, dass man statt der Gräben und statt der Räder die Schienen ganz flach machen und den Rand an den Rädern selbst anbringen kann, um die Seitenbewegungen und das Ausweichen aus den Geleisen zu verhüten; man schreitet allmälig zu den Querschwellen fort, die dazu bestimmt sind, zwei gusseiserne Stühle aufzunehmen, welche die Schienen mit doppeltem Kopfe tragen, deren Gewicht nach und nach in demselben Verhältniss grösser wird, als das Gewicht der Lokomotive und Transportwagen mit der Vermehrung des Handels zunimmt.

Emil With lässt uns auch an den Studien und Untersuchungen Theil nehmen, welche das Erbauen der Motoren zur Folge hat; er fängt bei dem Entstehen der Lokomotive an; es ist zuerst eine Lokomobile, welches auf gewöhnlichen Strassen läuft; hierauf versucht man feste Maschinen, sodann die selbstbewegenden Ebenen, und bleibt endlich definitiv bei einem Dampfremorqueur

stehen, welcher sich mit dem Zuge bewegt und denselben nach sich zieht. Jedermann kennt die Schwierigkeiten, welche man seit dem Entstehen dieser mächtigen Maschinen zu überwinden suchte, welche heut zu Tage bis 35 Fahrzeuge mit einer Geschwindigkeit von 40 Kilometern in der Stunde ziehen, und welche bei den Expresszügen bis 90 Kilometer in der Stunde machen, und dabei mehr als 100 Pferdekräfte von 75 Kilogramm-Metern entwickeln.

Man fürchtete, dass die Schienen nicht hinreichende Reibung bieten, und dass die Räder sich auf dem Platze drehen und keine Bewegungs-Arbeit leisten würden: da erfindet nun der Eine Hebel, welche als Füsse dienen, der Andere will die Bewegungs-Räder mit Zähnen versehen und längs des ganzen Schienenwegs eine gezahnte Stange legen, auf welcher die Räder der Bewegungs-Maschine eingreifen und fortrollen sollen; nachdem hierauf alle diese Anstrengungen der Einbildungskraft mit vieler Mühe und vielen Kosten gemacht worden waren, bemerkt man, dass die Adhäsion hinreichend ist, und dass alle diese Anstrengungen vergeblich waren, und gewiss, es war dieses ein Glück für diese neue Transportweise; denn wenn unglücklicherweise die Adhäsion nicht zugereicht hätte, so wäre es um die neue Erfindung geschehen gewesen, die Eisenbahnen hätten mit einer solchen Maschinerie-Ausrüstung nicht bestehen können.

II.

Von diesem Augenblick an werden riesenhafte Fortschritte gemacht; der Röhrendampfkessel wird erfunden, man entdeckt die blast pipe, das heisst den verstärkten Luftzug vermittelst des Entweichens des Dampfes. Von jetzt an ist die Lokomotive erschaffen, und die Züge zu 40, 50 und 60 Kilometer in der Stunde finden mit einer oder zwei Lokomotiven statt; sodann erkennt man alle die Unbequemlichkeiten, welche das Zusammenkuppeln der Maschinen veranlasst und vermehrt ihre Kraft, ihr

Gewicht, den Durchmesser ihrer Kolben; man kuppelt ihre Räder und schleppt die grössten Züge, die noch vor Kurzem zwei angespannte Maschinen nöthig hatten. Dieses ist noch nicht alles, wir machten 40 bis 50 Kilometer in der Stunde, dies war schon viermal bis fünfmal schneller als auf den gewöhnlichen Strassen; das genügte uns nicht mehr, wir müssen 80 bis 90 Kilometer machen, und Crampton hat uns Maschinen geliefert, welche 88 Kilometer in der Stunde machen, ohne den Aufenthalt auf den Stationen.

Emil With berührt alle diese Gegenstände und weiht uns sodann in den Bau des Weges selbst ein. Dieser technische Theil seines Buches hat den doppelten Vortheil zu gleicher Zeit für die speciell mit der Sache Beschäftigten, für die Ingenieure und für Diejenigen, welche es nicht sind, interessant zu sein; die Letzteren lehrt er, wie das zu hohe Terrain durch Abhub geebnet wird, wie Berge durch Tunnel durchbohrt, wie Thäler durch Anschüttung ausgefüllt werden, wie man über Flüsse und Strassen mittelst Brücken und Viadukten gelangt; die französischen Ingenieure lehrt er, wie der Bau im Auslande stattfindet; er begnügt sich nicht mit den Beispielen, die er vor Augen hat, er schöpft sie bei unsern Nachbarn überall, wo die Modelle gut sind, überall, wo es gute Beispiele zu befolgen und dem Publikum vorzulegen gibt. Durch dieses Verfahren hat sich Emil With Jedermann, den Gelehrten wie den Nichtgelehrten, allen Jenen, interessant zu machen gewusst, welche von Nahe oder Ferne mit den Eisenbahnen in Berührung kommen, sie erhalten oder davon leben.

III.

Aber hauptsächlich im zweiten Theile seines Handbuches des Eisenbahnbaues hat Herr Emil With einen wirklichen Dienst geleistet.

Dieser zweite Theil enthält eine so vollständige als nützliche Sammlung der Verträge und Bedingungen,

welche auf die Herstellung der Arbeiten Bezug haben, und ausserdem noch die Preis-Listen der verschiedenen Lieferungs-Gegenstände.

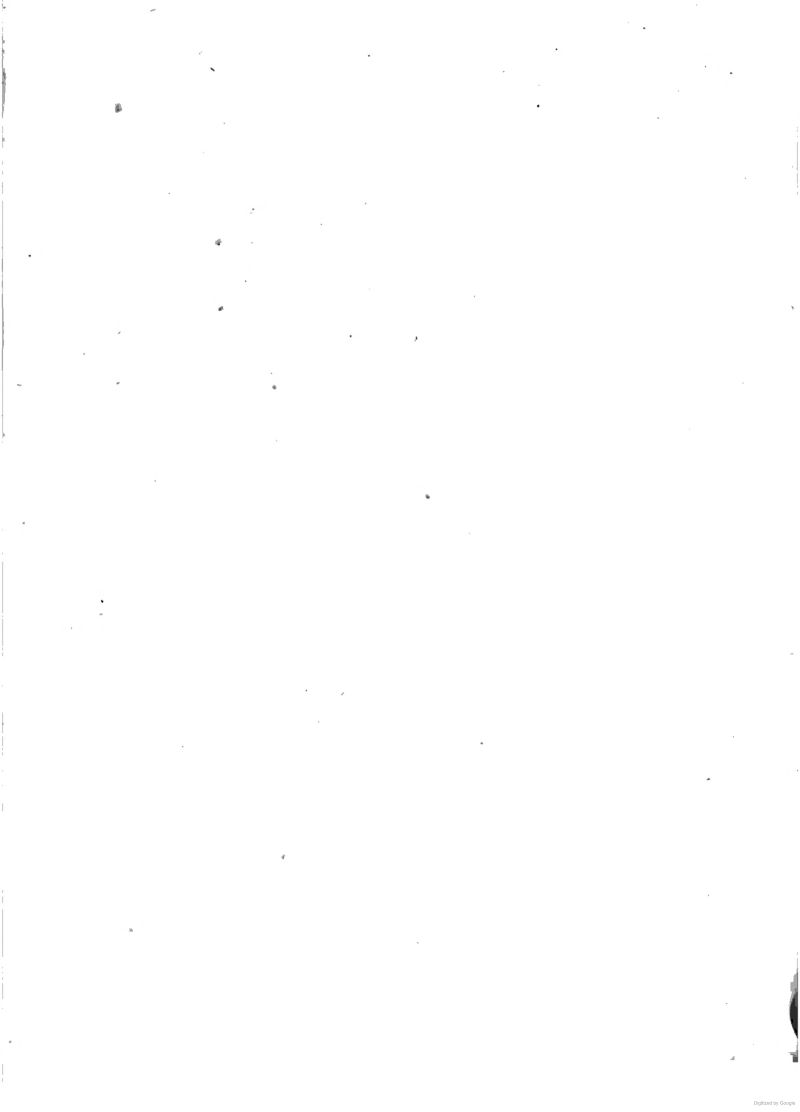
Diesen Inhalt angeben, heisst das nicht seine ganze Nützlichkeit begreiflich machen? Welcher Ingenieur, welcher Unternehmer, welcher Administrator, welcher Angestellte, würde nicht diese Sammlung zu haben wünschen, welche alle Geheimnisse der grösseren Anzahl der Gesellschaften enthält: jede derselben, jeder Ingenieur hat einen Theil dieser Dokumente, aber wer kann sich rühmen, sie alle zu besitzen? Nur durch eine ausdauernde Geduld, nur durch seine Verbindungen mit den Ingenieuren der Gesellschaften, konnte sich Emil With dieselben verschaffen; wir können uns dazu Glück wünschen und danken ihm dafür; er hat eine für Alle nützliche Arbeit geliefert.

Indem er seine Zeit dieser Arbeit widmete, hat er die unsere gespart; d. h. er hat uns den grössten Dienst geleistet, den man diesem Jahrhundert leisten kann, welches den Grundsatz angenommen hat: Time is money: Zeit ist Geld.

Paris, im August 1858.

Victor Bois, Civil-Ingenieur.

Mannheim.
Buchdruckerei von Heinrich Hogrefe.




Digitized by Google

